

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE MINAS**

**Titulación: INGENIERÍA TÉCNICA DE MINAS, ESPECIALIDAD EN  
RECURSOS ENERGÉTICOS, COMBUSTIBLES Y EXPLOSIVOS**

## **PROYECTO FIN DE CARRERA**

**DEPARTAMENTO DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS  
MINERALES Y OBRAS SUBTERRÁNEAS**

# **CÁLCULO Y EVALUACIÓN DE LA CERTIFICACIÓN DE LA HUELLA DE CO<sub>2</sub> DEL GRUPO SACYR VALLEHERMOSO EN EL AÑO 2010**

**RICARDO MARTÍNEZ CAÑETE**

**JUNIO 2012**

TITULACIÓN: INGENIERO TÉCNICO DE MINAS      PLAN: 2002

Autorizo la presentación del proyecto

**CÁLCULO Y EVALUACIÓN DE LA  
CERTIFICACIÓN DE LA HUELLA DE  
CO<sub>2</sub> DEL GRUPO SACYR  
VALLEHERMOSO EN EL AÑO 2010**

Realizado por

**Ricardo Martínez Cañete**

Dirigido por

**Juan Pous de la Flor**

Firmado: **Prof. Juan Pous de la Flor**

Fecha: Junio 2012

# ÍNDICE

RESUMEN.....	IX
ABSTRACT.....	IX
DOCUMENTO N° 1: MEMORIA.....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	2
1.1.Objetivo.....	3
2. ANTECEDENTES.....	4
2.1.Cambio climático.....	4
2.1.1.Aspectos históricos.....	4
2.1.2.Causas y consecuencias.....	6
2.1.3.Soluciones.....	8
2.2.Huella de carbono.....	8
2.2.1.GHG Protocol.....	10
2.2.2.ISO 14064.....	10
2.2.3.ISO 14069.....	11
2.2.4.ISO 14067.....	11
3. ESTRUCTURA DE LA HUELLA DE CARBONO.....	12
3.1.Principios.....	12
3.2.Límites de la organización.....	12
3.3.Límites operativos.....	13
3.4.Contabilización de emisiones.....	15
3.5.Incertidumbres.....	16
3.6.Plan de mejora.....	17

4. LEGISLACIÓN APLICABLE.....	18
4.1.Ámbito internacional.....	18
4.2.Ámbito de la Unión Europea.....	18
4.3.Ámbito nacional.....	19
5. CÁLCULO DE LA HUELLA DE CO <sub>2</sub> : SACYR VALLEHERMOSO (2010).....	22
5.1.El grupo.....	22
5.2.Límites organizacionales.....	24
5.3.Datos recopilados.....	24
5.3.1.Consumos.....	24
5.3.2.Datos de actividad.....	36
5.3.3Factores de emisión.....	42
5.4.Contabilización de las emisiones.....	44
5.4.1.Alcance 1.....	46
5.4.2.Alcance 2.....	54
5.4.3.Emisiones de CO <sub>2</sub> debidas al consumo de biomasa.....	57
6. RESULTADOS.....	59
7. MEDIDAS PARA LA MEJORA DE LA HUELLA.....	64
8. CONCLUSIONES.....	67
9. BIBLIOGRAFÍA.....	68
DOCUMENTO N°2: ESTUDIO ECONÓMICO.....	70
1. ESTUDIO ECONÓMICO DEL PROYECTO.....	71

DOCUMENTO N°3: ANEXOS.....	72
1. ANEXO I. CARACTERÍSTICAS DE LOS COMBUSTIBLES.....	73
2. ANEXO II. FACTORES DE EMISIÓN Y OXIDACIÓN.....	76

# **ÍNDICE DE FIGURAS**

❖ Figura 1: Concentraciones de CO <sub>2</sub> en la atmósfera entre los siglos X y XX.....	5
❖ Figura 2: Cambios de la temperatura promedio de La Tierra entre los siglos X y XX para el hemisferio norte.....	6
❖ Figura 3: Emisiones mundiales de GEI antropogénicos entre 1970 y 2004.....	7
❖ Figura 4: Fuentes de GEI relacionadas con los alcances en algunos sectores industriales...14	
❖ Figura 5: Fuentes de GEI relacionadas con los alcances en algunos sectores industriales...23	
❖ Figura 6: Consumo de combustibles en Sacyr.....	26
❖ Figura 7: Consumo de combustibles en Somague Construcción.....	27
❖ Figura 8: Consumo de combustibles en Somague Ambiente.....	29
❖ Figura 9: Consumo de combustibles en Valoriza Medio Ambiente.....	31
❖ Figura 10: Consumo de combustibles en Valoriza Multiservicios.....	32
❖ Figura 11: Consumo de combustibles en Valoriza Agua.....	33
❖ Figura 12: Emisiones del alcance 1 en Sacyr.....	46
❖ Figura 13: Emisiones del alcance 1 en Somague Construcción.....	48
❖ Figura 14: Emisiones de alcance 1 en Somague Ambiente.....	49
❖ Figura 15: Emisiones del alcance 1 en Testa.....	50
❖ Figura 16: Emisiones del alcance 1 en Valoriza Medio ambiente.....	51
❖ Figura 17: Emisiones del alcance 1 en Valoriza Multiservicios.....	52
❖ Figura 18: Emisiones del alcance 1 en Valoriza Agua.....	53
❖ Figura 19: Emisiones del alcance 1 por combustibles.....	60
❖ Figura 20: Emisiones del alcance 1 por combustibles (sin GN de Valoriza Energía).....	60
❖ Figura 21: Emisiones del alcance 2 por empresas.....	61

❖ Figura 22: Relación entre alcances 1 y 2.....	62
❖ Figura 23: Relación entre alcances 1 ( sin GN de Valoriza Energía) y 2.....	62
❖ Figura 24: Emisiones en su alcance 1+2 por empresas.....	63

# **ÍNDICE DE TABLAS**

❖ Tabla 1: Fuentes de energía.....	2
❖ Tabla 2: Consumo directo en Sacyr .....	25
❖ Tabla 3: Consumo indirecto en Sacyr.....	26
❖ Tabla 4: Consumo de biomasa en Sacyr.....	26
❖ Tabla 5: Consumo directo en Somague Construcción.....	27
❖ Tabla 6: Consumo indirecto en Somague Construcción.....	27
❖ Tabla 7: Consumo directo en Somague Ambiente (agua).....	28
❖ Tabla 8: Consumo directo en Somague Ambiente (residuos).....	28
❖ Tabla 9: Consumo indirecto en Somague Ambiente.....	28
❖ Tabla 10: Consumo de biomasa en Somague Ambiente.....	29
❖ Tabla 11: Consumo directo en Testa.....	29
❖ Tabla 12: Consumo indirecto en Testa.....	30
❖ Tabla 13: Consumo directo en Valoriza Medio Ambiente.....	30
❖ Tabla 14: Consumo indirecto en Valoriza Medio Ambiente.....	30
❖ Tabla 15: Consumo de biomasa en Valoriza Medio Ambiente.....	31
❖ Tabla 16: Consumo directo en Valoriza Multiservicios.....	31
❖ Tabla 17: Consumo indirecto en Valoriza Multiservicios.....	32
❖ Tabla 18: Consumo de biomasa en Valoriza Multiservicios.....	32
❖ Tabla 19: Consumo directo en Valoriza Agua.....	33
❖ Tabla 20: Consumo indirecto en Valoriza Agua.....	34
❖ Tabla 21: Consumo de biomasa en Valoriza Agua.....	34
❖ Tabla 22: Consumo directo en Valoriza Energía.....	35



❖ Tabla 23: Consumo indirecto en Valoriza Energía.....	35
❖ Tabla 24: Consumo de energía en las centrales de biomasa y de cogeneración con gas natural.....	35
❖ Tabla 25: Características de las plantas de generación de energía eléctrica.....	36
❖ Tabla 26: Características generales de las plantas de generación de energía eléctrica.....	36
❖ Tabla 27: Datos de actividad en Sacyr.....	38
❖ Tabla 28: Datos de actividad en Somague Construcción.....	38
❖ Tabla 29: Datos de actividad en Somague Ambiente (agua).....	39
❖ Tabla 30: Datos de actividad en Somague Ambiente.....	39
❖ Tabla 31: Datos de actividad en Testa.....	40
❖ Tabla 32: Datos de actividad en Valoriza Medio Ambiente.....	40
❖ Tabla 33: Datos de actividad en Valoriza Multiservicios.....	41
❖ Tabla 34: Datos de actividad en Valoriza Agua.....	41
❖ Tabla 35: Datos de actividad en Valoriza Agua.....	42
❖ Tabla 36: Factores de emisión de los combustibles.....	43
❖ Tabla 37: Factores de emisión de la energía eléctrica.....	44
❖ Tabla 38: Emisiones del alcance 1 en Sacyr.....	47
❖ Tabla 39: Emisiones del alcance 1 en Somague Construcción.....	47
❖ Tabla 40: Emisiones del alcance 1 en Somague Ambiente (agua).....	48
❖ Tabla 41: Emisiones del alcance 1 en Somague Ambiente (residuos).....	49
❖ Tabla 42: Emisiones del alcance 1 en Testa.....	50
❖ Tabla 43: Emisiones del alcance 1 en Valoriza Medio ambiente.....	51
❖ Tabla 44: Emisiones del alcance 1 en Valoriza Multiservicios.....	52
❖ Tabla 45: Emisiones del alcance 1 en Valoriza Agua.....	53
❖ Tabla 46: Emisiones del alcance 1 en Valoriza Energía.....	54

❖ Tabla 47: Emisiones del alcance 2 en Sacyr.....	54
❖ Tabla 48: Emisiones del alcance 2 en Somague Construcción.....	55
❖ Tabla 49: Emisiones del alcance 2 en Somague Ambiente (agua).....	55
❖ Tabla 50: Emisiones del alcance 2 en Somague Ambiente (residuos).....	55
❖ Tabla 51: Emisiones del alcance 2 en Testa.....	55
❖ Tabla 52: Emisiones del alcance 2 en Valoriza Medio Ambiente.....	56
❖ Tabla 53: Emisiones del alcance 2 en Valoriza Multiservicios.....	56
❖ Tabla 54: Emisiones del alcance 2 en Valoriza Agua.....	56
❖ Tabla 55: Emisiones del alcance 2 en Valoriza Energía.....	56
❖ Tabla 56: Emisiones de CO <sub>2</sub> en centrales de cogeneración con GN.....	57
❖ Tabla 57: Emisiones de CO <sub>2</sub> producidas por la combustión de biomasa.....	58
❖ Tabla 58: Emisiones de CO <sub>2</sub> en centrales de biomasa.....	58
❖ Tabla 59: Emisiones totales del alcance 1 por combustible utilizado.....	59
❖ Tabla 60: Emisiones totales del alcance 2 por empresa.....	61
❖ Tabla 61: Emisiones totales en su alcance 1 + 2.....	62
❖ Tabla 62: Emisiones totales en su alcance 1 + 2 por empresas.....	63
❖ Tabla 63: Presupuesto del proyecto.....	71

# **Resumen**

El proyecto se centra en el cálculo de las emisiones de CO<sub>2</sub> en una empresa, agrupando estas emisiones en los alcances 1 y 2 partiendo del consumo de combustibles fósiles y energía eléctrica respectivamente.

Analizar los resultados y elaborar un plan con una serie de medidas generales para reducir las emisiones.

# **Abstract**

The project focuses on the reckoning of CO<sub>2</sub> emissions from a company, bringing together these issues in the scope of 1 and 2 starting from the consumption of fossil fuel and electrical energy respectively.

Updating the results and preparing a plan with a number of general measures to reduce emissions.

**CÁLCULO Y EVALUACIÓN DE LA  
CERTIFICACIÓN DE LA HUELLA DE  
CO<sub>2</sub> DEL GRUPO SACYR  
VALLEHERMOSO EN EL AÑO 2010**

**DOCUMENTO N° 1: MEMORIA**

# 1. INTRODUCCIÓN

Energía es un concepto que adquiere una gran variedad de distinciones dependiendo del tipo al que hacemos referencia, así tenemos energía cinética, potencial, gravitatoria, etc. En este caso nos quedaremos con la idea de energía física que se define como la capacidad para realizar un trabajo.

La humanidad desde la antigüedad se ha dedicado a tratar de encontrar fuentes de energía, es decir, apariencias en las que se presenta la energía en nuestro entorno para transformarla en una forma útil, para asegurarse su subsistencia y desarrollo aplicándolas en función de sus necesidades y conocimiento de las mismas. Es decir, busca fuentes capaces de realizar trabajo útil.

Las fuentes de energía pueden clasificarse en dos grandes grupos como son renovables y no renovables. Las primeras se caracterizan por encontrarse libremente y al alcance de todos, son fuentes naturales en principio inagotables, ya sea por la inmensa cantidad de energía que contienen, o porque son capaces de regenerarse por medios naturales; las fuentes de energía no renovables, por el contrario, se determinan por tener un carácter limitado en el tiempo y cuyo consumo implica su desaparición en la naturaleza sin posibilidad de renovación, puesto que su regeneración abarca períodos de millones de años en el entorno natural.

Podemos observar las distintas fuentes de energía en la tabla 1, ya sean renovables o no renovables:

**Tabla 1: Fuentes de energía**

RENOVABLES		NO RENOVABLES	
Tipo de energía	Procedencia	Tipo de energía	Procedencia
Eólica	Viento	Carbón	Minas
Geotérmica	Calor interno terrestre	Gas natural	Pozos
Hidráulica	Agua	Otros gases	Obtención diversa
Mareomotriz	Mar	Petróleo y derivados	Pozos
Solar térmica	Sol	Madera	Naturaleza
Solar fotovoltaica	Sol	Nuclear	Mineral
Biomasa	Diverso	-	-
Otras energías	Diverso	-	-

El hombre primitivo en tiempos del paleolítico conoció y comenzó a manejar el fuego, lo que le resultaba suficiente para cubrir las necesidades que poseía. Posteriormente supo utilizarlo con numerosos fines, pero fue a partir del siglo XIII cuando se produjo un cambio en el modelo energético de la sociedad, cuando aparecieron las primeras revelaciones de lo que significaría la Revolución Industrial. La aparición de nuevas

maquinarias para la producción masiva de productos industriales y la revolución en los medios de transporte supuso un consumo energético impensable hasta el siglo XIX. A partir de este momento la utilización de combustibles fósiles alcanzó una importancia enorme, con un crecimiento prolongado de su consumo, en su origen de carbón y posteriormente de petróleo y gas hasta nuestros días.

Actualmente no sólo resulta importante la obtención de fuentes de energía que nos permitan cubrir todas las necesidades, cada vez mayores, sino que se buscan energías eficientes, limpias, capaces de satisfacer la demanda energética de un mundo en proceso de globalización que resulta a día de hoy insostenible, ya que nuestros principales medios de abastecimiento energético son limitados, como demuestran las reservas de combustibles fósiles y su contribución al cambio climático.

El cambio climático es conocido como uno de los retos del siglo XXI. Sabemos que las causas que le dan origen varían en su naturaleza, pero no cabe duda de que las emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero (GEI) adquieren una relevancia importante.

Las consecuencias de un cambio climático sustancial pueden llegar a ser irreversibles, por ello deben llevarse a cabo actuaciones para tratar de frenar estos efectos. La huella de carbono entra dentro de este tipo de medidas que tienen como finalidad paliar el cambio climático actuando desde el origen, las emisiones de GEI provocadas por la actividad del hombre, principalmente de CO<sub>2</sub>.

Este proyecto consiste precisamente en el cálculo de la huella de carbono de una organización, tomando como asunción el cálculo de únicamente las emisiones de CO<sub>2</sub>, por lo que en la simplificación podemos llamarlo huella de CO<sub>2</sub>.

## **1.1. Objetivo**

Este documento tiene como objeto principal contabilizar las emisiones de CO<sub>2</sub> en términos de empresa para el Grupo Sacyr Vallehermoso en el año 2010. Con todo ello se pretende justificar la introducción de la huella de carbono en el mercado, concretamente a nivel de organización.

En los próximos capítulos, se establecen desde los motivos que tratan de explicar el porqué de su elaboración hasta los parámetros básicos que definen cómo debe ser realizada.

Para finalizar, se exponen los resultados y se ofrecen una serie de medidas generales que deben ser seguidas para establecer una mejora continua de los datos recopilados y de la reducción de las emisiones de cara al futuro próximo.

## **2. ANTECEDENTES**

### **2.1. Cambio climático**

#### **2.1.1. Aspectos históricos**

“El calentamiento del sistema climático es inequívoco, como evidencian ya los aumentos observados del promedio mundial de la temperatura del aire y del océano, el deshielo generalizado de nieves y hielos, y el aumento del promedio mundial del nivel del mar” (IPCC, IV Informe de Evaluación, año 2007).

Para el IPCC (Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático), el término “cambio climático” denota un cambio en el estado del clima identificable (por ejemplo, mediante análisis estadísticos) a raíz de un cambio en el valor medio o en la variabilidad de sus propiedades, y que persiste durante un período prolongado, generalmente cifrado en decenios o en períodos más largos. Denota todo cambio del clima a lo largo del tiempo, tanto si es debido a la variabilidad natural como si es consecuencia de la actividad humana. Este significado difiere del utilizado en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), que describe el cambio climático como un cambio del clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana, que altera la composición de la atmósfera mundial y que viene a sumarse a la variabilidad climática natural observada en períodos de tiempo comparables.

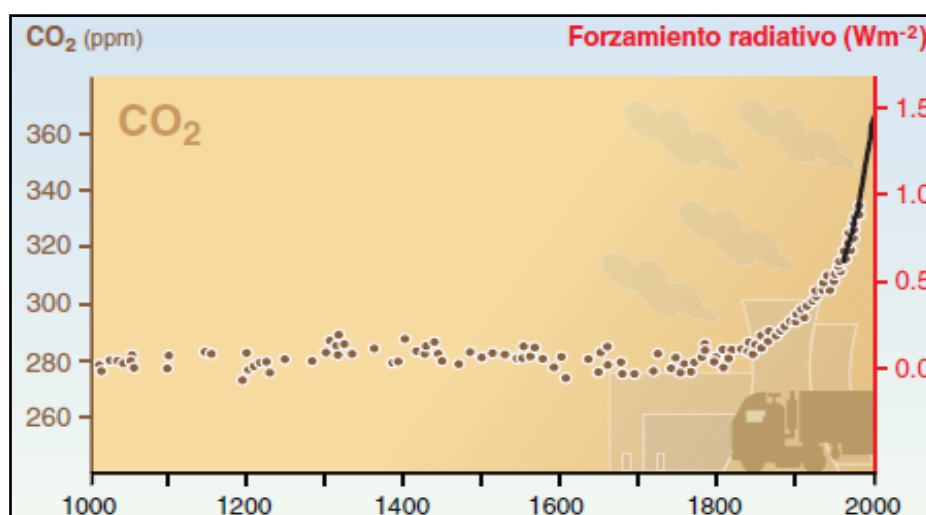
A lo largo de la historia de La Tierra se han producido numerosas variaciones del clima. Tan sólo si estudiamos los dos últimos millones de años de su historia nos damos cuenta de que se han dado lugar alternaciones entre períodos de climas cálidos y glaciaciones que han supuesto incluso la extinción de numerosas especies de seres vivos, pues el clima es inherente a las formas de vida. El incremento de la temperatura promedio de La Tierra entre la última glaciación y el periodo actual es de unos 5 °C, lo cual a simple vista no parece significativo, pero esto supuso por ejemplo que el continente europeo estuviese cubierto de hielo en gran parte de su extensión.

Se ha podido saber que desde hace unos 10.000 años se está produciendo un aumento progresivo, con picos y valles, de la temperatura media del planeta. El último descenso contrastable dentro de este intervalo se produjo entre los siglos XIII y XVII, pero a partir de ese momento volvió a producirse un aumento de temperatura promedio incrementándose significativamente desde el siglo XIX hasta nuestros días. Resulta muy coincidente con esto que las concentraciones de GEI se ajustan bastante bien a la curva de perfil de temperaturas, en particular la de CO<sub>2</sub>, como podemos ver en las figuras 1 y 2. Cabe considerar que las emisiones de GEI antropogénicas aumentaron

notable y gradualmente a partir del siglo XIX con la quema de combustibles fósiles, el desarrollo tecnológico y el crecimiento demográfico.

Según el informe del IPCC de 2007, los últimos años vienen siendo de los más cálidos desde 1850 en cuanto a temperatura promedio mundial en superficie se refiere. En los últimos cien años el incremento de la temperatura fue de  $0,74\text{ }^{\circ}\text{C}$ , afectando a todo el planeta y siendo mayor en latitudes más altas. En los últimos cincuenta años el calentamiento lineal por década fue casi el doble del experimentado en los últimos cien.

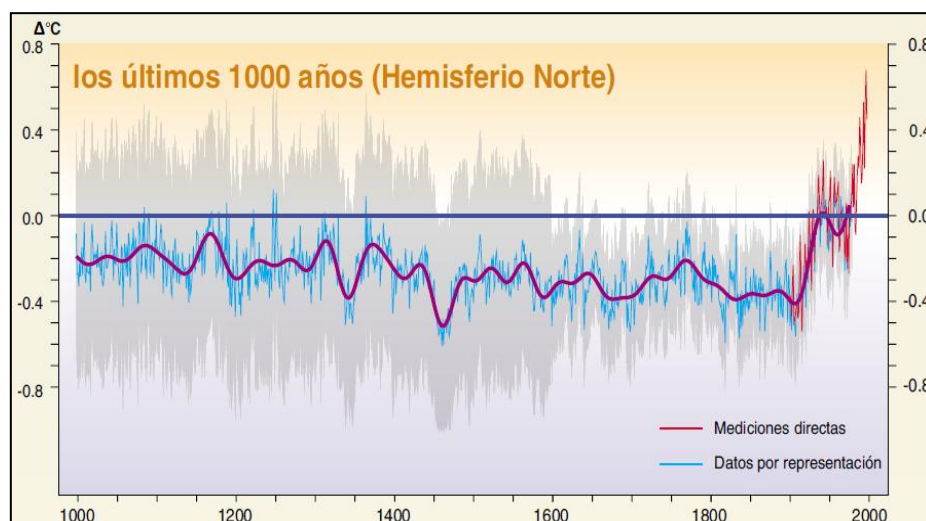
Por otro lado el aumento del nivel del mar y la disminución de nieves y hielos concuerda con el calentamiento. El nivel del mar aumentó una media de  $1,8\text{ mm}$  al año desde 1961 y de  $3,1\text{ mm}$  desde 1993 y, la disminución de nieves y hielos aumentó de manera importante en el Ártico, en los glaciares de montaña y en la cubierta de nieve de ambos hemisferios.



**Figura 1: Concentraciones de  $\text{CO}_2$  en la atmósfera entre los siglos X y XX**

Por lo tanto, se tiene la certeza de que el cambio climático de origen natural es un hecho presente en la antigüedad y, que su transcendencia a nivel de habitabilidad del planeta ha dado lugar a tremendas repercusiones de las condiciones de vida. Si a este hecho le sumamos el cambio climático de origen antrópico es de considerar que los efectos de ambos en su conjunto pueden agravar notablemente las consecuencias de la variación del clima.





**Figura 2: Cambios de la temperatura promedio de La Tierra entre los siglos X y XX para el hemisferio norte**

### **2.1.2. Causas y consecuencias**

Los hechos, las causas y algunas consecuencias del cambio climático en el planeta están ya bastante definidas.

La temperatura de la superficie terrestre es de aproximadamente 15 °C. En ausencia de atmósfera, esta temperatura sería del orden de -18 °C. Este fenómeno que da lugar a un incremento de la temperatura superficial tiene mucho que ver con la composición de gases de la atmósfera y es conocido como efecto invernadero. Consiste en que la mayor parte de los gases que componen la atmósfera son transparentes a la radiación con una longitud de onda corta, es decir, a la forma en la que llega a La Tierra la radiación procedente del Sol, de manera que una gran parte de ésta llega a la superficie terrestre. A partir de aquí se produce una reflexión de parte de esta radiación pasando a una longitud de onda larga, para la cual algunos gases se comportan de manera opaca no dejando salir esta radiación al exterior. Los gases que intervienen en este fenómeno son los llamados gases de efecto invernadero (GEI).

Es un hecho que los cambios experimentados por las concentraciones de GEI en la atmósfera alteran el balance de energía del sistema climático y que esto se debe con mucha probabilidad a las actividades humanas que generan emisiones de cuatro GEI de larga permanencia:

- ❖ CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono), el más importante debido a su cantidad.
- ❖ CH<sub>4</sub> (metano).

❖ N<sub>2</sub>O (óxido nitroso).

❖ Halocarbonos (grupo de gases que contienen flúor, cloro o bromo).

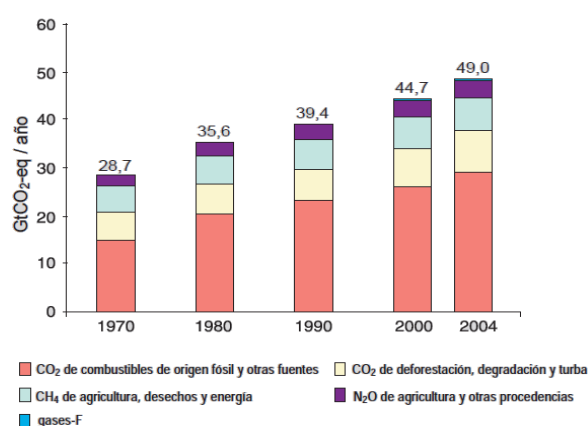
El aumento más importante de estas emisiones proviene de los sectores de suministro de energía, transporte e industria, mientras que la vivienda y el comercio, la silvicultura y la agricultura han crecido más lentamente. En la figura 3 podemos ver la evolución de emisiones de GEI a nivel mundial más importantes hasta 2004.

Se espera que los combustibles de origen fósil mantengan su posición predominante en el conjunto de las energías mundiales hasta más allá de 2030, lo cual presupone que las emisiones de CO<sub>2</sub> aumenten entre un 40-110% hasta la fecha.

En consecuencia, muchos sistemas naturales se están viendo afectados, como son el aumento del nivel del mar y del tamaño de los lagos glaciales, el incremento de la inestabilidad del suelo en regiones del permafrost, cambios en ecosistemas árticos y antárticos, afectación de sistemas hidrológicos, adelantamiento de los eventos primaverales y cambios en los rangos de plantas y animales. Por otro lado se producen otros fenómenos que afectan a la gestión agrícola y forestal y a la salud humana, con el aumento de la mortalidad por calor en Europa, cambios en las características de enfermedades infecciosas y polen alergénico y en algunas actividades humanas del ártico y áreas alpinas.

El calentamiento global continuará durante los próximos siglos, independientemente de que las concentraciones de GEI se estabilicen en los próximos años. Además, si el incremento de la temperatura promedio de La Tierra alcanzase los 3,5 °C algunos de los efectos serían irreversibles, como por ejemplo el riesgo de extinción para el 20-30% de las especies.

Como consecuencia de esto, la situación requiere una atención especial e intervenir mediante la concienciación y la puesta en marcha de responsabilidades políticas.



**Figura 3: Emisiones mundiales de GEI antropogénicos entre 1970 y 2004**

### **2.1.3. Soluciones**

El cambio climático es un problema mundial que requiere una solución mundial. Las medidas para reducir las consecuencias de este fenómeno pasan por acatar los acuerdos del tipo del Protocolo de Kioto, como son disminuir las emisiones de CO<sub>2</sub>, reducir el uso de combustibles fósiles y aumentar el de renovables, mejorar la eficiencia y la diversificación energética, seguir una política de desarrollo sostenible y sobre todo concienciar de la gravedad del problema a las generaciones futuras.

Para intentar cumplir los objetivos del Protocolo de Kioto se instauró un mercado de emisiones. Consiste en que un organismo atribuye a distintas organizaciones un límite para la cantidad de gases contaminantes que pueden ser emitidos a la atmósfera. Cada organización puede comprar y vender sus derechos de emisión en forma de bonos o créditos, de manera que aquellas que sobrepasan su límite de emisión deben comprar estos derechos a otras organizaciones que contaminen por debajo de su límite, por lo que se premia económicamente a las que poseen un plan de reducción de contaminantes que favorecen el cambio climático.

En la última conferencia del CMNUCC que terminó el 9 de diciembre de 2011 se acordó comenzar un proceso para determinar un marco legal aplicable a todos los países a partir de 2015 que facilite la acción climática, la puesta en marcha del Fondo Verde para el Clima y la continuación del Protocolo de Kioto a través de un segundo compromiso.

A día de hoy no existe un estándar único sobre las exigencias para emisiones de procesos productivos específicos. España ha asumido compromisos a nivel internacional (Protocolo de Kioto) para reducir sus emisiones de GEI, por lo que la Administración General del Estado ha impulsado medidas, como la inclusión de la huella de carbono en distintos aspectos de actividad pública, para lograr ajustarse a los objetivos marcados. La primera reunión en la que fue analizada esta posibilidad fue en diciembre de 2010 y a día de hoy se ha comenzado a aplicar en los requerimientos ambientales de la contratación pública.

## **2.2. Huella de carbono**

Implementar una estrategia eficaz contra el cambio climático que permita llevar a cabo un cambio del modelo energético actual puede realizarse mediante la innovación. A lo largo de este siglo será necesario un cambio tecnológico importante que tenga como premisas fundamentales el ahorro y la eficiencia energética, con la consecución de energías más limpias que permitan que en los próximos años las emisiones de GEI se reduzcan drásticamente. Por ello, es necesaria la incorporación en la actividad económica de medidas que permitan conseguir estos objetivos, como la huella de carbono.

La huella de carbono consiste en la contabilización de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) por efecto directo o indirecto de un individuo, organización, evento o producto o servicio, más la incorporación de un plan de mejora posterior que permita llevar a cabo una estrategia eficaz de actuación a corto, medio y largo plazo para reducir las emisiones de GEI, principalmente de CO<sub>2</sub>.

A nivel internacional, en algunos países el conjunto de empresas que están trabajando en el cálculo de su huella de carbono es numeroso y se encuentra en crecimiento, independientemente del tamaño que tengan o la actividad que desarrollen. Esto es de gran importancia puesto que en la mayoría de actividades empresariales aparecen focos de emisión.

En España, la Administración General del Estado, ha introducido el cálculo de la huella de carbono en la contratación pública en su alcance 1+2, concretamente en la fase de solvencia técnica, como una forma de incentivar a las empresas a preocuparse por sus emisiones aplicando medidas de reducción para optar a la prestación de servicios públicos, a la construcción de obras públicas, etc. En definitiva, este ejercicio es un requisito indispensable para iniciar actuaciones en materia de cambio climático, que permitan distinguir a la empresa más sostenible con productos más sostenibles dentro del mercado. Esto fomenta la competitividad entre las empresas.

Se está trabajando para que en los próximos años la huella pueda ir asociada a un producto o un servicio en cuestión, pero actualmente engloba la organización en su conjunto que es lo que vamos a tratar en este proyecto.

El cálculo de la huella de carbono de una organización puede variar en complejidad dependiendo de la cantidad y grado de emisión de las actividades que se realizan. En cualquier caso, permite definir mejores objetivos y establecer medidas de reducción del consumo de energía más efectivas como consecuencia de un mejor conocimiento de los puntos críticos, obteniendo una mejora en el global de consumos y emisiones. Por lo tanto, se va a conseguir contaminar menos y esto se va a traducir en una disminución del consumo de combustibles y energía eléctrica, con el consiguiente ahorro de cara al futuro para la organización.

Como hemos comentado anteriormente, se espera que en los años venideros la inclusión de la huella de carbono en productos y servicios sea un hecho. Esta incorporación al mercado a distintos niveles va a aumentar su importancia de cara al futuro.

Para elaborar un inventario de emisiones adecuado existen varios protocolos y normas que pueden aplicarse a nivel organizacional y a nivel de producto. A nivel de organización estas normas y guías son documentos como los del GHG Protocol, PAS 2060, ISO 14064 e ISO 14069; y a nivel de producto, como PAS 2050 e ISO 14067.

Este tipo de guías permiten dotar a la huella de precisión y credibilidad hacia los organismos externos.

A continuación se explican brevemente las normas anteriores, a excepción de PAS 2050 y PAS 2060 que fueron desarrolladas por la British Standards Institution.

### **2.2.1. GHG Protocol**

El Protocolo de gases de efecto invernadero es una alianza de empresas, organizaciones no gubernamentales, gobiernos y otras entidades que tiene como misión desarrollar estándares de contabilidad y reporte de GEI para empresas aceptadas internacionalmente.

Existen dos documentos importantes elaborados por esta alianza: el estándar corporativo de contabilidad y reporte de GEI, que es una guía minuciosa para empresas que pretendan cuantificar y reportar sus emisiones de GEI; y el estándar de cuantificación de proyectos del Protocolo de GEI, como guía para la planificación de reducciones de emisiones derivadas de proyectos específicos.

### **2.2.2. ISO 14064**

Es una norma de carácter internacional que tiene como objeto ayudar al diseño de la huella de carbono a nivel organizacional y a la reducción de la misma. Su desarrollo se basó en el GHG Protocol.

Consta de tres partes:

La primera parte se basa en el diseño y desarrollo del informe del inventario de la organización. Se incluyen los requisitos para determinar las emisiones y remociones de gases de efecto invernadero e identificar las actividades o acciones específicas que puede llevar a cabo la organización con el objetivo de mejorar la gestión de los GEI.

La segunda parte está enfocada a proyectos con objeto de reducir las emisiones o incrementar la absorción de GEI. Incluye principios y requisitos para determinar los escenarios de línea base de los proyectos y para desarrollar el seguimiento, la cuantificación e informar del desempeño del proyecto en relación a dichos escenarios y proporcionar una base para los proyectos de GEI a validar o verificar.

La tercera parte define requisitos y guías para los procesos de validación y verificación del inventario. Especifica las condiciones que deben cumplirse para la planificación de la verificación, la evaluación de la credibilidad respecto a los GEI y los procedimientos de dicha evaluación. Es decir, que la tercera parte de la norma puede ser utilizada por organizaciones que pretendan validar o verificar los inventarios o las declaraciones de GEI por organismos externos.

En nuestro caso, el proyecto se centra principalmente en la primera parte de esta norma.

### **2.2.3. ISO 14069**

Es una norma en proceso de elaboración que se definiría como una síntesis y una mejora de las normas anteriores para la realización de la huella de carbono de las organizaciones. Se espera que esté disponible a finales de 2012.

### **2.2.4. ISO 14067**

Esta norma, al igual que la ISO 14064, es de carácter internacional. Se encuentra en proceso de elaboración y se espera que quede terminada próximamente.

Constaría de dos partes y se emplearía para el cálculo de la huella de carbono de productos asociada a su ciclo de vida. Se incluirían las emisiones debidas a la producción de materias primas y componentes, las de los procesos de transformación hasta la obtención física del producto y las asociadas a la utilización y disposición final del mismo.

## **3. ESTRUCTURA DE LA HUELLA DE CARBONO**

### **3.1. Principios**

La norma UNE-ISO 14064-1, “Especificación con orientación, a nivel de las organizaciones, para la cuantificación y el informe de las emisiones y remociones de gases de efecto invernadero”, pone de manifiesto que para garantizar que la huella de carbono se corresponde con la realidad de la organización, debe basarse en los principios de pertinencia, cobertura total, coherencia, exactitud y transparencia. A continuación una breve explicación de los mismos:

a) **Pertinencia**

Seleccionar las fuentes, sumideros, reservorios de GEI, datos y metrologías apropiados para las necesidades del usuario.

b) **Cobertura total**

Incluir todas las emisiones pertinentes de GEI.

c) **Coherencia**

Permitir comparaciones significativas en la información relacionada con los GEI.

d) **Exactitud**

Reducir dentro de las posibilidades la incertidumbre de las medidas. Para ello deben utilizarse valores oficiales de factores de emisión.

e) **Transparencia**

Exponer información suficiente para que todos los partícipes puedan tomar las decisiones oportunas con una confianza razonable.

La aplicación de estos principios va a permitir que la organización obtenga una situación de fiabilidad y credibilidad en la documentación de sus emisiones de cara a los organismos externos, lo cual es fundamental.

### **3.2. Límites de la organización**

Una organización puede estar compuesta de una o varias instalaciones y debe responder de todas las emisiones de GEI que produce, por lo tanto deben definirse unos límites que permitan consolidar sus emisiones por medio de algún sistema. Para ello debe decidirse entre enfoques de control o de participación accionaria.

Si se decide definir los límites mediante el enfoque de control deben considerarse las emisiones de las instalaciones sobre las que la organización posee control operacional o financiero, es decir, se va a contabilizar el 100% de las emisiones inherentes a las operaciones sobre las que tiene dicho control. Por otro lado, si se hace mediante la cuota de participación correspondiente, la organización responde de su parte de las emisiones de las respectivas instalaciones, teniendo en cuenta la proporción que posee en la estructura accionaria.

### **3.3. Límites operativos**

Una vez definidos los límites organizacionales, se deben establecer y documentar los límites referidos a las emisiones asociadas a las operaciones que realiza la organización. Pueden distinguirse dos tipos de emisiones de GEI asociadas a cada actividad que pueden ser emisiones directas y emisiones indirectas.

Las emisiones directas son aquellas que tienen su origen en fuentes que controla la organización que genera la actividad, es decir, son emisiones que podrían catalogarse de manera simplificada “in situ”, puesto que se producen prácticamente en el lugar de actividad (por ejemplo las emisiones de un automóvil si éste funciona con algún tipo de combustible fósil y es propiedad de la organización).

Las emisiones indirectas son aquellas que proceden de actividades que realiza la organización, pero en fuentes que no son controladas por la misma (por ejemplo las emisiones procedentes de la electricidad consumida por la organización que se desarrollaron en el lugar en el que se generó la energía eléctrica).

Determinados por el tipo de emisiones a los que hacemos referencia pueden diferenciarse tres tipos de alcances y que vemos a continuación:

- ❖ **Alcance 1**, en el que se agrupan las emisiones directas descritas anteriormente y que podemos desglosar de la siguiente manera:
  - Generación de calor o vapor. Estas emisiones son resultado de la combustión de combustibles en fuentes fijas: calderas, hornos, turbinas, etc.
  - Procesos físicos o químicos. La mayor parte de estas emisiones resultan de la manufactura y el tratamiento de químicos y materiales, como cemento, aluminio, amoníaco y procesamiento de residuos.
  - Transporte de materiales, productos, residuos y empleados. Estas emisiones resultan de la combustión en fuentes móviles que son propiedad o están controladas por la organización, como camiones, trenes, barcos, aviones, autobuses y automóviles.



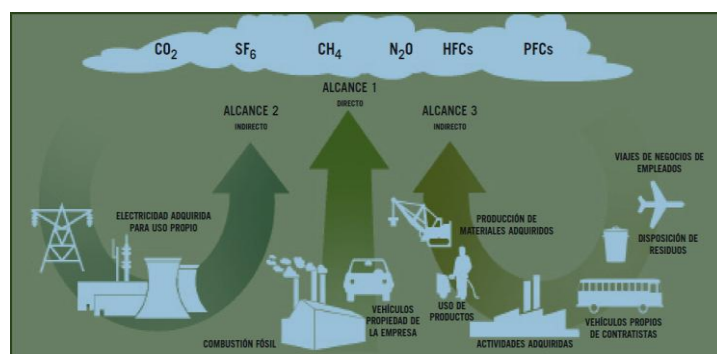
- Emisiones fugitivas. Emisiones que resultan de liberaciones intencionadas o no, como fugas en las juntas, sellos o empaques de los equipos; emisiones de metano provenientes de minas de carbón y emisiones de hidrofluorocarbonos (HFCs) durante el uso de equipos de aire acondicionado y refrigeración; y fugas de metano en el transporte de gas.
- ❖ **Alcance 2**, donde se recogen las emisiones indirectas expuestas anteriormente derivadas de la energía que es consumida en operaciones y equipos propios o controlados por la organización, como la energía eléctrica.
- ❖ **Alcance 3**, en el que se reúnen otro tipo de emisiones indirectas no recogidas en el alcance 2, como las generadas por los desplazamientos diarios de los empleados de la empresa y viajes de negocios, o el transporte de productos utilizados por la organización, o las que provienen de las fases de uso y fin de vida útil de los productos y servicios utilizados.

En la figura 4 pueden verse los distintos alcances de un modo más gráfico.

Cada alcance debe estar perfectamente documentado, donde se encontrará el registro de todas las emisiones de gases de efecto invernadero.

Por otro lado, deben tenerse en cuenta otro tipo de actividades que deben ser descritas a parte de los alcances anteriores, y que son las siguientes:

- La utilización de biomasa, para la que se considerará que no hay emisión de GEI en su combustión, ya que existe un equilibrio de carbono entre su producción y su combustión. Por lo tanto, no entra en los alcances 1 y 2.
- Las instalaciones propias de energías renovables, donde la energía renovable autoconsumida y vertida a la red deberá sustraerse del consumo eléctrico de la organización.
- La cogeneración.



**Figura 4: Fuentes de GEI relacionadas con los alcances en algunos sectores industriales**

### **3.4. Contabilización de las emisiones**

La metodología basada en ISO 14064, como en el GHG Protocol, establece que los métodos de cuantificación de emisiones pueden basarse en mediciones, en cálculos a partir de valores proporcionados por otras entidades, o en una mezcla de ambas cosas. Normalmente se utilizan los métodos basados en cálculos, ya que la realización de medidas resulta prácticamente fuera del alcance de la mayoría de organizaciones. Es por esto que dichos cálculos se realizan mediante la aplicación de factores de emisión en referencia a los datos de actividad que se obtienen de las distintas fuentes.

Por lo tanto, como norma general el registro de emisiones va a tener como base de cálculo la siguiente fórmula:

$$\text{Huella de carbono} = \text{Dato de actividad} \cdot \text{Factor de Emisión} \cdot \text{Factor de oxidación}$$

Donde:

- Dato de actividad: es el parámetro que define el grado de actividad que se lleva a cabo y que se relaciona con el factor de emisión. Por ejemplo, la cantidad de gasóleo utilizado en calefacción en litros (*3 l de gasóleo*).
- Factor de emisión: es la cantidad de gases de efecto invernadero emitidos por cada unidad del dato de actividad, por lo que el dato de actividad deberá estar en unas unidades que permitan relacionar ambos parámetros. Por ejemplo la masa de CO<sub>2</sub> emitida por litro de gasóleo (*2,5 kg CO<sub>2</sub>eq / l de gasóleo*).
- Factor de oxidación: es un parámetro que define porcentualmente la cantidad de carbono oxidado en el proceso de combustión, ya que una pequeña parte puede quedar sin reaccionar en dicho proceso. Normalmente para un nivel 1 se utiliza el 99,0% para combustibles sólidos y el 99,5% para el resto de combustibles.

El CO<sub>2</sub> es el GEI más importante debido a la gran cantidad que se produce en la quema de combustibles fósiles, por lo que la unidad utilizada para referir los efectos de todas las emisiones es la masa (*g, kg, t...*) de dióxido de carbono equivalente (*CO<sub>2</sub>eq*). Es decir, los efectos diferenciados de cada GEI deben quedar referidos al equivalente en contribución al calentamiento global de la masa de CO<sub>2</sub>.

En este caso las emisiones que se contabilizan son únicamente las de CO<sub>2</sub>, como simplificación al cálculo de la huella, por lo que como dijimos en la introducción el proceso puede catalogarse de huella de CO<sub>2</sub>. Esto lo veremos más adelante, pero se debe a que los factores de emisión de los GEI distintos al CO<sub>2</sub> son muy variables y la diferencia entre su aplicación o no, no es muy elevada en los resultados finales.

### **3.5. Incertidumbres**

Las incertidumbres asociadas a todo el proceso pueden clasificarse en incertidumbre científica e incertidumbre de la estimación. La incertidumbre científica viene determinada por las desviaciones referidas a los conceptos que la ciencia introduce en los procesos de emisión, como el potencial de calentamiento global de cada GEI, por lo que su cuantificación puede estar más allá de los medios o capacidades de la organización; mientras que la incertidumbre de la estimación es aquella que guarda relación directa con la cuantificación de las emisiones y puede venir asociada al modelo matemático empleado para el cálculo de las mismas, a los factores de emisión utilizados para cada dato de actividad, o al dato de actividad obtenido en cada caso.

Sólo las incertidumbres asociadas a los parámetros de factores de emisión y datos de actividad van a adquirir un alcance que puede ser factible para una organización. Por lo tanto, las estimaciones de incertidumbre van a estar muy limitadas y en muy pocas ocasiones se va a disponer de una base de datos lo suficientemente útil y completa para evaluar una desviación asociada a cada parámetro.

Como consecuencia de estas limitantes, el papel real de las evaluaciones de incertidumbres puede acotarse a las siguientes acciones:

- ❖ Promover un mayor aprendizaje y mejores mecanismos para conocer con la máxima precisión los parámetros que intervienen.
- ❖ Apoyar esfuerzos para documentar de manera cualitativa las causas de incertidumbre y así poder mejorar la calidad de los inventarios, como conseguir la información necesaria que permita determinar propiedades estadísticas de los datos de actividad y factores de emisión mediante un sistema de calidad.
- ❖ Establecer la comunicación necesaria con los proveedores de datos para mejorar la calidad de la información y las metodologías utilizadas.
- ❖ Elegir factores de emisión proporcionados por organismos oficiales en los que la precisión es máxima.
- ❖ Proporcionar la información necesaria a los verificadores que permita identificar y establecer prioridades de inversión para mejorar las fuentes de datos y metodologías utilizadas.

### **3.6. Plan de mejora**

La elaboración de la huella de carbono se basa en la cuantificación y constatación de las emisiones de gases de efecto invernadero, en nuestro caso de una organización. De esta manera, se pueden conocer detalladamente los aspectos críticos que influyen en gran medida en las distintas emisiones de estos gases.

El objeto de este cálculo no queda simplemente en dicha cuantificación, sino que el objetivo principal de este proceso radica en las actuaciones que pueden llevarse a cabo a corto, medio y largo plazo, interviniendo en todas aquellas fuentes que pueden ser susceptibles de una reducción de sus emisiones.

Para ello es necesario constituir un plan de mejora o estrategia de mitigación que permita disminuir progresivamente las emisiones y que tenga sus bases en la mejora continua hasta alcanzar incluso un valor neutro entre emisiones y remociones.

Una vez se tenga la huella terminada, se deben definir cómo y cuanto se pueden reducir las emisiones y planificar las acciones correspondientes de acuerdo a un calendario.

## **4. LEGISLACIÓN APLICABLE**

### **4.1. Ámbito internacional**

En el ámbito internacional las obligaciones de llevar a cabo actuaciones en materia de cambio climático, y por lo tanto, introducir medidas como la huella de carbono por las Administraciones Públicas, se contemplan en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) y en el Protocolo de Kioto, ambos ratificados por España.

El artículo 3.1 de la Convención establece que *“las Partes deberían proteger el sistema climático en beneficio de las generaciones presentes y futuras, sobre la base de la equidad y de conformidad con sus responsabilidades comunes pero diferenciadas y sus respectivas capacidades. En consecuencia las Partes que son países desarrollados deberían tomar la iniciativa en lo que respecta a combatir el cambio climático y sus efectos adversos”*.

Por otro lado, en el artículo 2 del Protocolo de Kioto se dispone que *“con el fin de promover el desarrollo sostenible cada una de las Partes incluidas en el anexo I, al cumplir los compromisos cuantificados de limitación y reducción de emisiones contraídos (...) aplicará y seguirá elaborando políticas y medidas de conformidad con sus circunstancias nacionales.*

### **4.2. Ámbito de la Unión Europea**

El Tratado de la Unión Europea regula en su artículo 3.3 que *“la Unión Europea obrará en pro del desarrollo sostenible de Europa basado en un crecimiento económico equilibrado y en la estabilidad de los precios, en una economía social de mercado altamente competitiva, tendente al pleno empleo y al progreso social, y en un nivel elevado de protección y mejora de la calidad del medio ambiente. Asimismo promoverá el progreso científico y técnico”*.

Por otro lado, el artículo 11 del Tratado de Funcionamiento de la Unión Europea dispone que *“las exigencias de la protección del medio ambiente deberán integrarse en la definición y en la realización de las políticas y acciones de la Unión, en particular con objeto de fomentar un desarrollo sostenible”*, lo cual muestra la importancia de la conservación del medio ambiente debiendo estar presente en todas las políticas.

Dentro de estas medidas genéricas se han introducido otras más concretas para la inclusión de la huella de carbono en la contratación pública de las que podemos destacar las siguientes:

❖ Estrategia de la Unión Europea para un desarrollo sostenible

En la revisión de 2006, en el apartado dedicado a consumo y producción sostenible, se fija como objetivo operativo *“aspirar a alcanzar para 2010 en toda la UE un nivel medio de contratación pública ecológica igual al que han alcanzado hasta ahora los Estados miembros más sobresalientes”*.

❖ Directiva 2004/18/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 31 de marzo de 2004

Esta directiva sobre la coordinación de los procedimientos de adjudicación de los contratos públicos de obras, de suministro y de servicios, regula la introducción de criterios ambientales y sociales en los pliegos de contratación. Ha sido transpuesta a nuestro ordenamiento jurídico por la Ley de Contratos del Sector Público, que analizaremos más adelante con mayor detalle.

## **4.2. Ámbito nacional**

❖ Estrategia española de cambio climático y energía limpia horizonte 2007-2012-2020

En referencia a la cooperación institucional, se introduce en su apartado de medidas:

- En los concursos públicos de contratación de servicios, se introduce la necesidad de presentar un informe sobre medidas destinadas a la eficiencia energética utilizado por las posibles contratas, favoreciendo a las empresas que presenten un modelo de funcionamiento sostenible (también a nivel municipal).
- Establecer una estrategia de contrataciones públicas que incorpore criterios obligatorios de sostenibilidad y de lucha contra el cambio climático (también a nivel municipal).

En el sector del transporte se incluye una medida que vincula la sostenibilidad ambiental y la contratación pública:

- Integración gradual de criterios de eficiencia energética en la contratación administrativa para el aumento de los vehículos limpios en el parque móvil de carácter público y en las flotas de servicio sometidas a concesión.
- ❖ Real Decreto 1370/2006, de 24 de noviembre, por el que se aprueba el Plan Nacional de Asignación de derechos de emisión de gases de efecto invernadero, 2008-2012

Se dispone la necesidad de que el gobierno ponga en marcha medidas de reducción de emisiones y de fomento de la absorción de carbono por los bosques y otras masas vegetales, con el objetivo de que España se acerque a la reducción de emisiones estipulada en el Protocolo de Kioto y así reducir el número de créditos de carbono que será necesario adquirir.

Estas medidas adicionales deben provocar que el crecimiento de emisiones en los sectores difusos no deba superar el +37% proyectado para los sectores industrial y energético, de manera que ese sea el valor objetivo para las emisiones totales de España.

La huella de carbono puede ser una medida efectiva para los sectores difusos, ya que incentiva a la empresa a medir y reducir su huella.

- ❖ Orden PRE/116/2008, de 21 de enero, por la que se publica el Acuerdo de Consejo de Ministros por el que se aprueba el Plan de Contratación Pública Verde de la Administración General del Estado y sus Organismos Públicos, y las Entidades Gestoras de la Seguridad Social

El objetivo principal es establecer una conexión entre la contratación pública y la implantación de medidas que sean respetuosas con el medio ambiente. Pretende establecer metas cuantitativas para productos, servicios y obras que tengan prioridad en la incorporación de criterios ambientales. Como medidas vinculantes se tienen las siguientes:

- Incluir en el Reglamento General de la Ley 30/2007, de 30 de octubre, de Contratos del Sector Público, entre los criterios de solvencia técnica y profesional de las empresas, la indicación de las medidas de gestión medioambiental que se estimen oportunas.
- Elaborar cláusulas tipo en materia medioambiental para su inclusión por los distintos órganos de contratación en los correspondientes pliegos de cláusulas administrativas particulares definidos en el artículo 99 de la ley 30/2007.

De esta manera, podría considerarse la huella de carbono como elemento a introducir en las licitaciones públicas al amparo de estas dos medidas.

- ❖ Ley 30/2007, de 30 de octubre, de Contratos del Sector Público

Esta Ley transpone la Directiva 2004/18/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 31 de marzo de 2004, que contribuye a introducir el criterio de la huella de carbono en la contratación pública en diferentes grados y fases.

❖ Ley 2/2011, de 4 de marzo, de Economía Sostenible

Para finalizar, citamos la Ley de Economía Sostenible como instrumento legal que permite la inclusión de la huella de carbono en las políticas de la Administración para el desarrollo económico sostenible.

El artículo 18 de la Ley recoge que el gobierno impulsará el cumplimiento de los compromisos que corresponden a España acordados en la Unión Europea, para alcanzar el objetivo de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero en el año 2020.

Por otro lado en el artículo 104 se hace una referencia expresa a la huella de carbono y su reducción en el transporte.

En el artículo 35, relativo a la sostenibilidad de la gestión de las empresas públicas, dispone que las sociedades mercantiles estatales y las entidades públicas empresariales, en el plazo de un año de la entrada en vigor de esta Ley, adaptarán sus planes estratégicos para incluir en sus procesos de contratación, cuando la naturaleza de los contratos lo permita, y siempre que sean compatibles con el derecho comunitario y se indiquen en el anuncio de licitación y en el pliego o en el contrato, condiciones de ejecución referentes al nivel de gases de efecto invernadero y de mantenimiento o mejora de los valores medioambientales que pueden verse afectados por la ejecución del contrato.

En el artículo 85 se dispone que la Administración debe incorporar los principios de ahorro y eficiencia energética, lo cual está íntimamente vinculado con la huella de carbono y su reducción.

En el artículo 90 de esta Ley se introduce normativa para la compensación de emisiones de CO<sub>2</sub> mediante el incremento y mantenimiento de masas forestales, programas agrarios de reducción de CO<sub>2</sub> y otros programas que establezca la Administración en colaboración con las comunidades autónomas, pudiendo incluirse certificaciones que acrediten la realización de actuaciones en el ámbito forestal que conlleven reducción de emisiones. Esto estaría relacionado con la huella de carbono en el momento en el que se tenga en cuenta a efectos de contratación pública.



## **5. CÁLCULO DE LA HUELLA DE CO<sub>2</sub>: SACYR VALLEHERMOSO (2010)**

### **5.1. El Grupo**

El Grupo Sacyr Vallehermoso es una agrupación empresarial que nace con la fusión por absorción del Grupo Sacyr, S.A. por Vallehermoso, S.A. en 2003, y cuya sede está localizada en el Paseo de la Castellana, 83-85, en Madrid.

Los datos oficiales para el año 2010 sitúan al grupo con una plantilla media en torno a los 20.210 empleados, una cifra de negocios de 4.820 millones de euros, y una cartera de negocios superior a los 51.000 millones de euros; mientras que para 2011 la cifra de negocios disminuye hasta los 3.949 millones de euros y la cartera de negocios hasta los 50.483 millones de euros, debido en buena parte a la actual crisis económica.

Por otro lado, cabe decir que es una de las empresas integrantes del IBEX 35, por lo que se encuentra entre las 35 empresas con mayor liquidez que cotizan en la bolsa española.

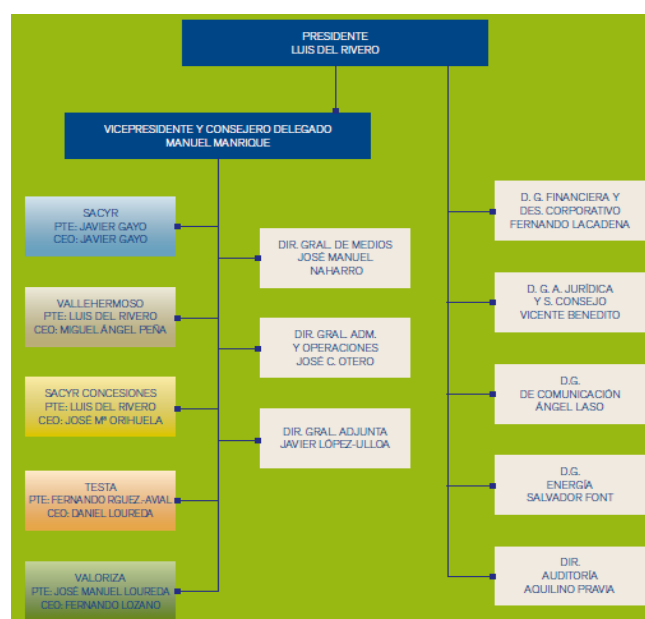
Sacyr Vallehermoso lleva a cabo su actividad en cinco áreas de negocio principales que podemos ver a continuación:

- ❖ **Construcción:** Mediante Sacyr, principalmente en España y Chile, Somague en Portugal y SIS en Italia, desarrollando obra civil y de edificación para clientes públicos y privados.
- ❖ **Promoción inmobiliaria:** A través de Vallehermoso en la Península y las Islas, operando con viviendas de primera residencia en núcleos urbanos.
- ❖ **Concesiones de infraestructuras:** Concesiones de autopistas, hospitales, intercambiadores, líneas de metro, aeropuertos y sociedades de gestión de áreas de servicio con actividad en España y Portugal.
- ❖ **Patrimonio:** Con Testa como sociedad especializada en adquisición, venta y alquiler de patrimonio inmobiliario en propiedad. Su actividad se centra en usos terciarios, centros comerciales y oficinas, además de tener una buena posición en hoteles, residencias de tercera edad y logística. Los lugares de mayor influencia son Madrid y Barcelona en España, París en Francia, y Miami en Estados Unidos.

❖ **Servicios:** Siendo Valoriza en este caso la sociedad que desarrolla la actividad, fundamentalmente en España para administraciones públicas y empresas privadas, en cuatro campos distintos:

- Agua: gestión del ciclo integral del agua, potabilización y distribución, desalación de agua de mar, saneamiento y alcantarillado, depuración de aguas residuales, regeneración de agua depurada y reutilización e I+D+i en procesos avanzados de tratamiento de aguas.
- Energía: ingeniería y construcción de proyectos energéticos, generación de energía renovable (biomasa, termosolar, fotovoltaica y eólica), cogeneración, generación de energía térmica, y producción y gestión de biocombustibles.
- Medio ambiente: servicios municipales (limpieza viaria, recogida de residuos, jardinería, etc.), gestión de residuos, restauración paisajística y obra medioambiental.
- Multiservicios: limpieza, mantenimiento, reformas, servicios sociosanitarios y hospitalarios, conservación de infraestructuras y servicios de restauración.

Presidida la entidad por don Luis del Rivero y actuando don Manuel Manrique como vicepresidente y consejero delegado, el organigrama del Grupo quedaría definido como podemos observar en la figura 5.



**Figura 5: Organigrama del Grupo Sacyr Vallehermoso**

## **5.2. Límites organizacionales**

Como dijimos en el capítulo 3, una organización que pretenda llevar a cabo la elaboración de su huella de carbono corporativa, en este caso de CO<sub>2</sub>, debe definir en primer lugar, dónde están sus límites como organización, es decir, qué instalaciones posee y hasta dónde se extienden sus actividades.

Los datos proporcionados por Sacyr Vallehermoso se encuentran limitados, de manera que podemos acotar sus límites organizacionales al conjunto de empresas pertenecientes al Grupo que participan en el cálculo de la huella, así como a los países en los cuales desarrollan las actividades que dan lugar a las emisiones que pueden ser contabilizadas:

- ❖ **Sacyr** → con actividad en España, Chile y Libia.
- ❖ **Somague Construcción** → con actividad en Portugal, Irlanda, Angola y Cabo Verde.
- ❖ **Somague Ambiente** → con actividad en Portugal, Brasil, Angola y Australia.
- ❖ **Testa** → con actividad en España, Estados Unidos y Francia.
- ❖ **Valoriza** → con actividad en España.

## **5.3. Datos recopilados**

### **5.3.1. Consumos**

Los datos de consumos de energía que van a ser empleados en todo el proceso de cálculo son los que aparecen en el Informe Anual de Responsabilidad Corporativa del Grupo Sacyr Vallehermoso elaborado para el año 2010. Esta información proporcionada por la empresa ha sido recopilada por la misma según los estándares del GHG Protocol, por lo que se adecúa a las características de una huella de carbono dentro de las exigencias de la norma en referencia a la obtención de estos datos.

Todos los datos corresponden al año 2010, que puede ser definido como año base, ya que no se tiene constancia de que haya sido elaborada la huella de carbono en años anteriores.

Estos consumos son los que representan la actividad que realiza la empresa y que puede ser contabilizada, es decir, la actividad correspondiente a los límites organizacionales que hemos expuesto en el punto anterior.

Los consumos a los que hacemos referencia pueden ser de dos tipos, directos e indirectos. Los consumos de tipo directo corresponden a todos aquellos relacionados con la quema de combustibles fósiles; mientras que los consumos indirectos son aquellos que están relacionados con el consumo de energía eléctrica por parte de la empresa, generada en instalaciones que no se encuentran controladas por la misma. Ambos consumos, directos e indirectos, son la base que permite definir los alcances 1 y 2 respectivamente, que veremos más adelante.

Por otro lado, el consumo de biomasa se proporciona como independiente a los dos anteriores, ya que no se contabiliza como contribuyente a la huella en los alcances 1 y 2. Estos datos se dan mediante consumo directo de biocombustibles y consumo de energía eléctrica generada en instalaciones controladas por la empresa, generalmente a partir del consumo de biogás producido en instalaciones propias de la empresa como consecuencia del tratamiento de aguas residuales y de residuos.

Así pues, podemos desglosar todos estos datos entre las empresas que participan en el cálculo y que podemos ver a continuación.

#### → **SACYR**

En el área de construcción, el consumo directo está asociado al funcionamiento de maquinaria de obra, vehículos, equipos auxiliares como grupos electrógenos e instalaciones temporales (plantas de hormigón y de machaqueo).

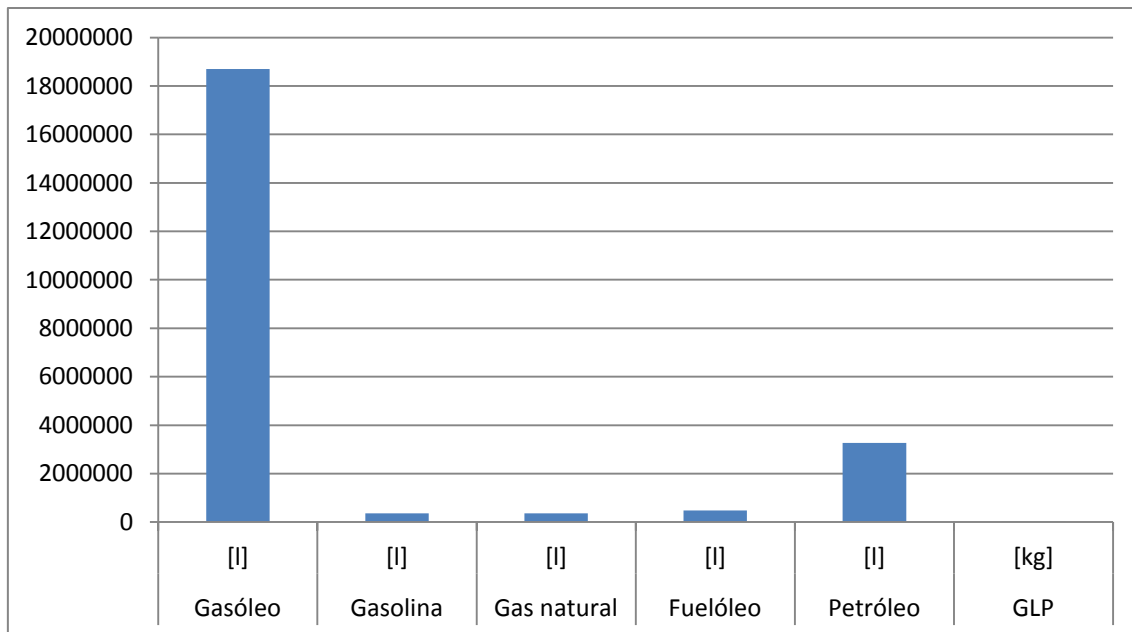
El consumo directo de Sacyr podemos verlo en la tabla 2.

**Tabla 2: Consumo directo en Sacyr**

Combustibles	Consumo	Unidades
Gasóleo	18.705.074	Litros [l]
Gasolina	358.617	Litros [l]
Gas natural	362.220	Litros [l]
Fuelóleo	482.460	Litros [l]
Biodiésel	20.214	Litros [l]
Petróleo crudo	3.268.024	Litros [l]
GLP	2.250	[kg]

Podemos hacer una representación gráfica de este consumo directo, de manera que se obtenga una información más intuitiva de la relación entre combustibles, como vemos en la figura 6.

Puede destacarse el consumo de gasóleo como principal combustible utilizado en Sacyr, debido en buena parte a los vehículos y equipos utilizados en construcción y exclusivamente en España. Por otro lado, cabe decir que el consumo de petróleo bruto y GLP se debe únicamente a las actividades en Chile.



**Figura 6: Consumo de combustibles en Sacyr**

Por otro lado, se tiene el consumo indirecto correspondiente a la energía eléctrica utilizada por la empresa, principalmente en iluminación y climatización. En gran parte este consumo se produce en España.

El consumo indirecto se dispone en la tabla 3.

**Tabla 3: Consumo indirecto en Sacyr**

Fuente	Consumo	Unidades
Energía eléctrica	10.593.745	[kWh]

Finalmente tenemos el consumo de biomasa dispuesto en la tabla 4, que en este caso se limita a la combustión de biodiésel.

**Tabla 4: Consumo de biomasa en Sacyr**

Combustibles	Consumo	Unidades
Biodiésel	20.214	Litros [l]

## → **SOMAGUE CONSTRUCCIÓN**

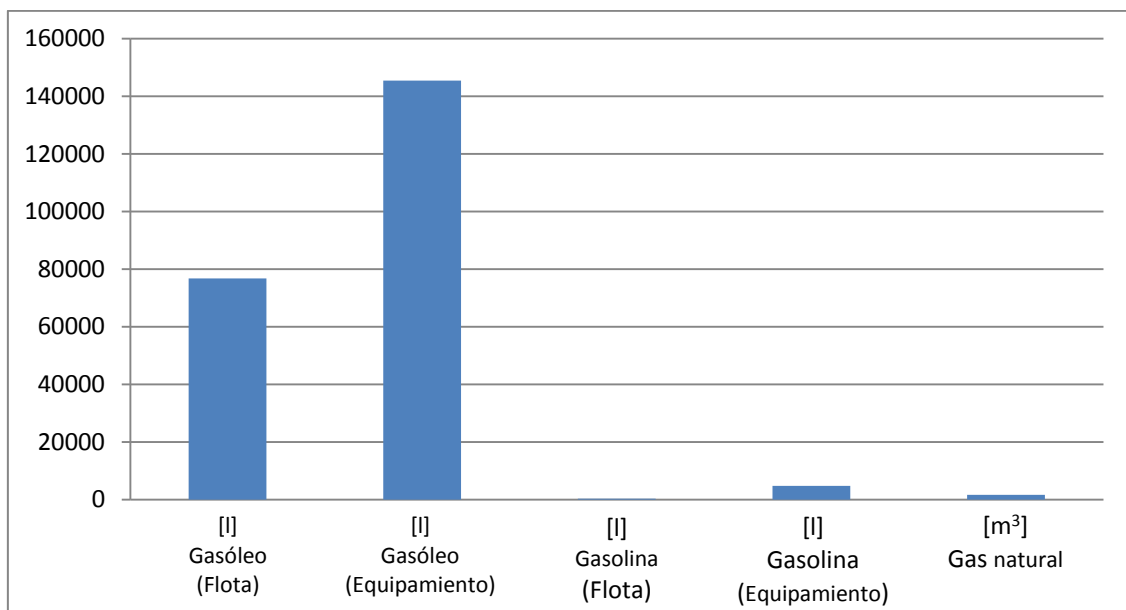
De manera similar a Sacyr, el consumo directo en Somague Construcción está relacionado con actividades en el sector de la construcción, desde el combustible empleado para vehículos y equipamiento, como para plantas de hormigón y machaqueo.

Se tiene el consumo directo de Somague Construcción en la tabla 5.

**Tabla 5: Consumo directo en Somague Construcción**

Combustibles	Consumo	Unidades
<b>Gasóleo</b>		
Flota	76.800	Litros [l]
Equipamiento	145.448	Litros [l]
<b>Gasolina</b>		
Flota	272	Litros [l]
Equipamiento	4.738	Litros [l]
Gas natural	1.671	[m <sup>3</sup> ]

Representando gráficamente este consumo directo obtenemos el resultado de la figura 7. Se observa nuevamente que el consumo de gasóleo, tanto de automoción como de calefacción, es el más utilizado en sus actividades.



**Figura 7: Consumo de combustibles en Somague Construcción**

El consumo indirecto corresponde al de la tabla 6. En este caso su finalidad es la misma que en Sacyr utilizándose en iluminación y climatización.

**Tabla 6: Consumo indirecto en Somague Construcción**

Fuente	Consumo	Unidades
Energía eléctrica	9.020.797	[kWh]

## → **SOMAGUE AMBIENTE**

La actividad de Somague Ambiente en este caso se ramifica en dos que son agua y residuos. El consumo de tipo directo asociado a estos dos sectores se expone en las tablas 7 y 8.

**Tabla 7: Consumo directo en Somague Ambiente (agua)**

Combustibles	Consumo	Unidades
Gasóleo		
Automóviles	676.148,86	Litros [l]
Equipamiento	1.797,43	Litros [l]
Gasolina		
Automóviles	374,09	Litros [l]
Equipamiento	-	Litros [l]

**Tabla 8: Consumo directo en Somague Ambiente (residuos)**

Combustibles	Consumo	Unidades
Gasóleo		
Automóviles	295.519,66	Litros [l]
Equipamiento	825,14	Litros [l]
Gasolina		
Automóviles	863,23	Litros [l]
Equipamiento	2.645,75	Litros [l]

En la representación gráfica de la figura 9, se observa la importancia del gasóleo de automoción debido a que los automóviles y camiones utilizados se alimentan de este combustible mayoritariamente.

Por otro lado, la energía más relevante de la que se alimentan los equipos de depuración de aguas proviene de la red eléctrica, como se ve en la tabla 8.

En el área de residuos el consumo de electricidad corresponde a tres instalaciones, ya que el resto puede considerarse irrelevante además de no disponer de contadores que cuantifiquen la energía eléctrica consumida.

**Tabla 9: Consumo indirecto en Somague Ambiente**

Fuente	Consumo	Unidades
Energía eléctrica - agua	15.157.751,87	[kWh]
Energía eléctrica - residuos	29.741	[kWh]

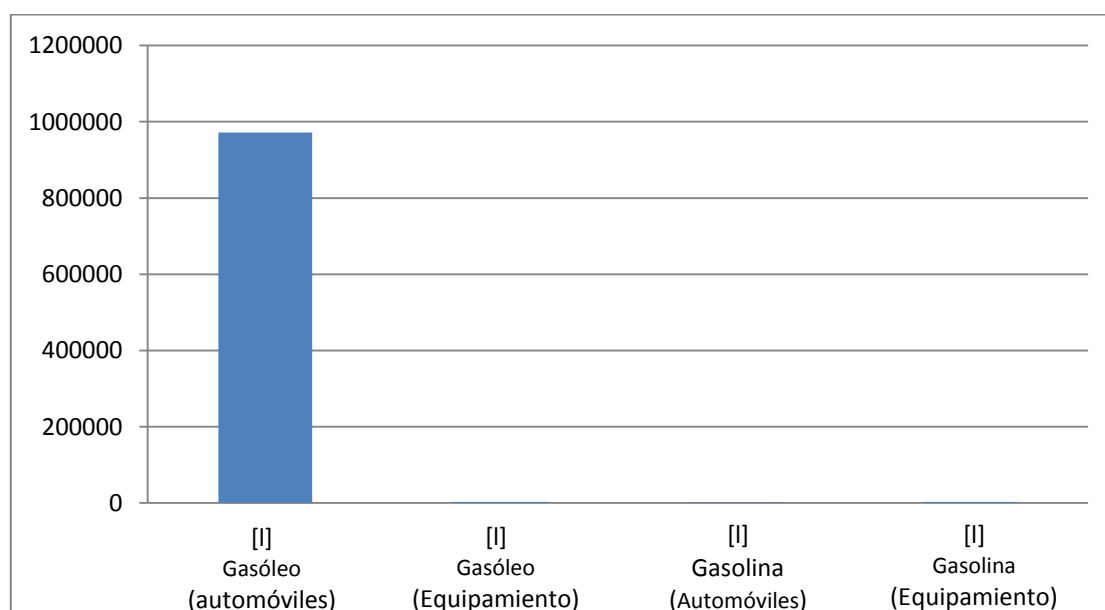
En cuanto al consumo de biomasa, en la estación de depuración de aguas residuales de Braganza, el gas producido (biogás) se utiliza para producir energía mediante

cogeneración y para el calentamiento de lodos en el digestor de fangos. Con este proceso se consiguieron producir 11.971 kWh de energía en el año 2010.

El consumo de biomasa se dispone en la tabla 10.

**Tabla 10: Consumo de biomasa en Somague Ambiente**

Fuente	Consumo	Unidades
Energía eléctrica - agua (biogás en cogeneración)	11.971	[kWh]



**Figura 8: Consumo de combustibles en Somague Ambiente**

## → **TESTA**

En este tipo de actividades de alquiler de inmuebles, el consumo directo está asociado principalmente a los combustibles para instalaciones de calefacción expuestos en la tabla 11, mientras que en iluminación y climatización se utiliza la energía eléctrica como consumo indirecto, como se observa en la tabla 12.

**Tabla 11: Consumo directo en Testa**

Combustibles	Consumo	Unidades
Gasóleo	72.114	Litros [l]
Comb. gaseosos (GN)	352.098	[m <sup>3</sup> ]



**Tabla 12: Consumo indirecto en Testa**

Fuente	Consumo	Unidades
Energía eléctrica	11.322.847	[kWh]

### → **2.1.5.VALORIZA**

Como hemos expuesto anteriormente, la actividad de Valoriza puede dividirse en cuatro categorías: Medio ambiente, Multiservicios, Energía y Agua.

#### ❖ **Medio Ambiente**

En el campo de servicios de medio ambiente el consumidor principal de gasóleo de automoción (gasóleo A) es el parque móvil de los servicios de limpieza y recogida de residuos, el consumo de gasóleo agrícola (gasóleo B) se atribuye al parque de maquinaria de compostaje de lodos y plantas de tratamiento de residuos y el consumo de gas natural está referido al acondicionamiento térmico de las instalaciones. Por otro lado, el consumo de gasolinas está asociado al parque móvil de máquinas y vehículos ligeros.

Podemos observar el consumo directo del área de Medio Ambiente en la tabla 13.

**Tabla 13: Consumo directo en Valoriza Medio Ambiente**

Combustibles	Consumo	Unidades
Gasóleo A	3.109.346	Litros [l]
Gasóleo B	550.441	Litros [l]
Gasóleo C	6.600	Litros [l]
Gasolina 95	72.975	Litros [l]
Gasolina 98	10.988	Litros [l]
Comb. Gaseosos (GN)	204.267	[m <sup>3</sup> ]

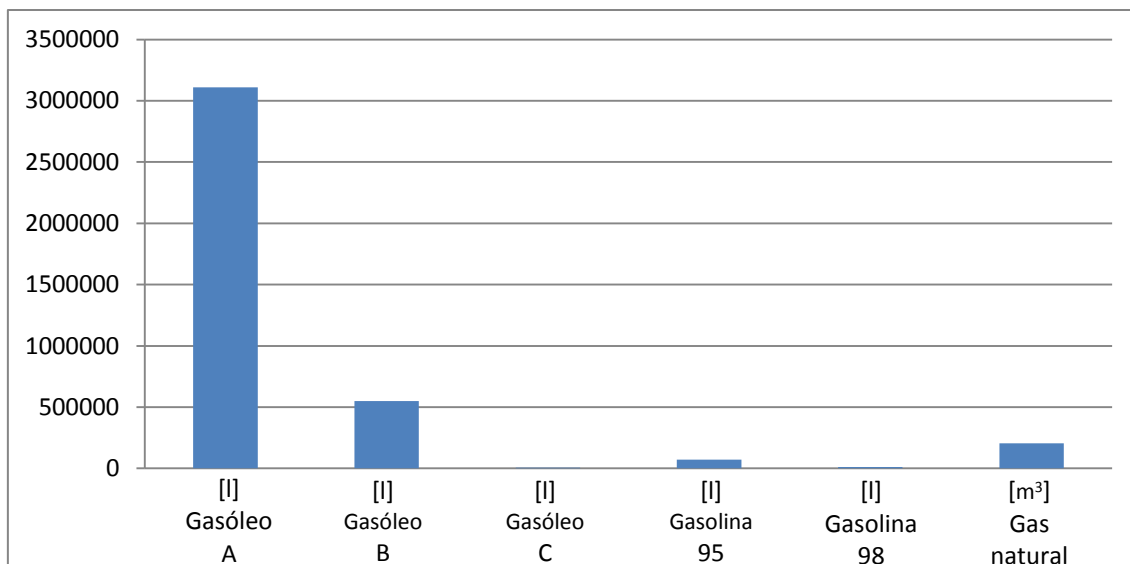
En la figura 9, donde podemos ver gráficamente los datos de la tabla 13, se aprecia que el consumo de gasolinas es mínimo comparado con el de los gasóleos, especialmente el de automoción, debido a la “dieselización” del parque automovilístico.

En cuanto al consumo indirecto de energía podemos decir que se debe en gran medida a la equipación de las plantas de tratamiento de residuos (trómeles, cintas, etc.) y, por otro lado, a las instalaciones de apoyo para la prestación de servicios.

El consumo indirecto corresponde a la tabla 14.

**Tabla 14: Consumo indirecto en Valoriza Medio Ambiente**

Fuente	Consumo	Unidades
Energía eléctrica	4.404.971	[kWh]



**Figura 9: Consumo de combustibles en Valoriza Medio Ambiente**

El consumo de biomasa en Valoriza Medio Ambiente se debe a la utilización de biodiésel en cantidades muy poco significativas, como observamos en la tabla 15.

**Tabla 15: Consumo de biomasa en Valoriza Medio Ambiente**

Combustibles	Consumo	Unidades
Biogás	-	[m³]
Biodiésel	288	Litros [l]

### ❖ **Multiservicios**

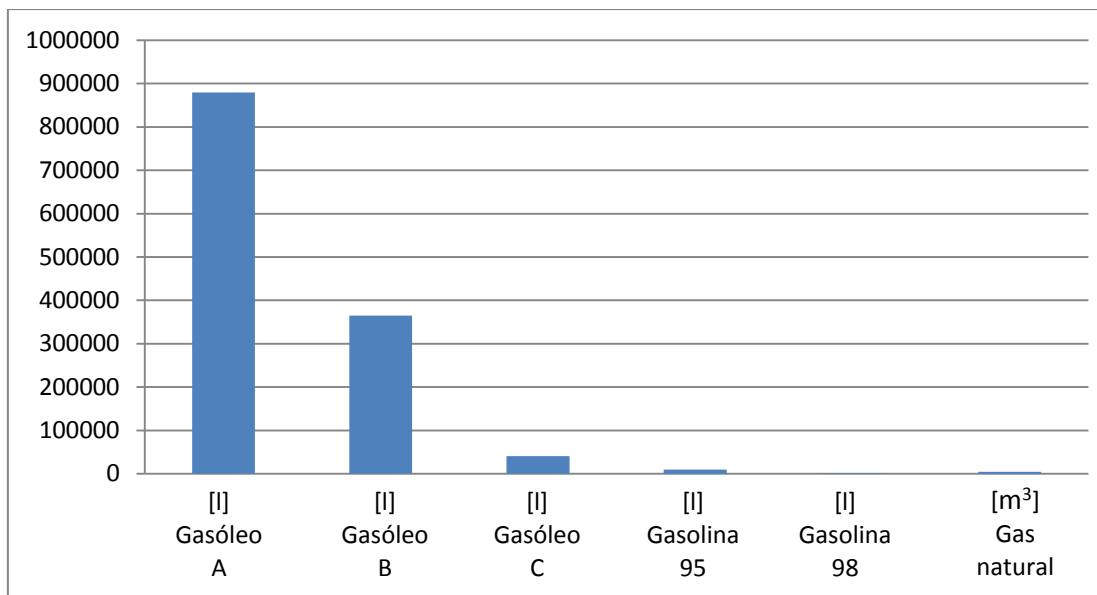
Para el apartado de Multiservicios el consumo de combustibles está asociado a vehículos y maquinaria, principalmente de gasóleo, y al funcionamiento de calderas. El gas natural se utiliza fundamentalmente para la producción de ACS (agua caliente sanitaria) y en actividades de cocina.

El consumo de combustibles se dispone en la tabla 16.

**Tabla 16: Consumo directo en Valoriza Multiservicios**

Combustibles	Consumo	Unidades
Gasóleo A	879.689	Litros [l]
Gasóleo B	364.510	Litros [l]
Gasóleo C	40.300	Litros [l]
Gasolina 95	9.798	Litros [l]
Gasolina 98	253	Litros [l]
Comb. Gaseosos (GN)	4.707	[m³]

En la figura 10, tenemos la representación gráfica del consumo directo al que hacemos referencia en la tabla anterior. Puede observarse el destaque del gasóleo en comparación a los demás combustibles.



**Figura 10: Consumo de combustibles en Valoriza Multiservicios**

El consumo indirecto de energía eléctrica en Valoriza Multiservicios es el más modesto, como vemos en la tabla 17, utilizado principalmente en iluminación y climatización en los centros de mantenimiento y limpieza.

**Tabla 17: Consumo indirecto en Valoriza Multiservicios**

Fuente	Consumo	Unidades
Energía eléctrica	312,740	[kWh]

En cuanto a la biomasa, en la planta de tratamiento de residuos de La Rioja se genera biogás con una composición aproximada de un 60% de metano y un 40% de CO<sub>2</sub>. Este gas se aprovecha para producir energía eléctrica.

Podemos ver el consumo de biomasa en la tabla 18.

**Tabla 18: Consumo de biomasa en Valoriza Multiservicios**

Fuente	Consumo	Unidades
Energía eléctrica (Biogás, Residuos - La Rioja)	156.625	[kWh]

## ❖ Agua

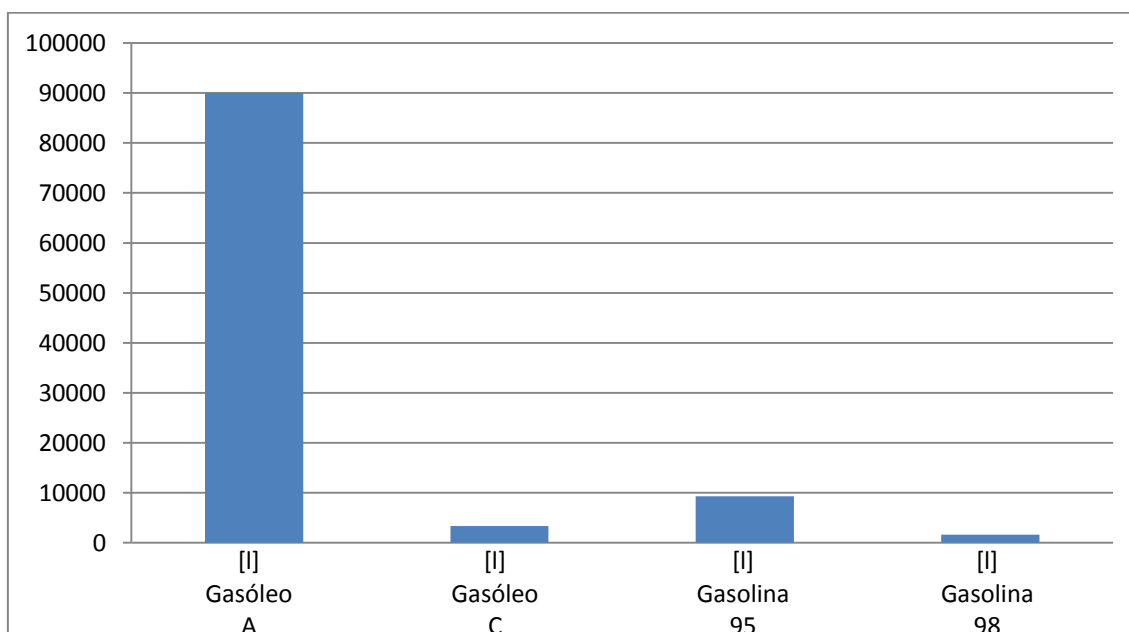
En el área de Agua el gasóleo de automoción es el más importante en el consumo directo, seguido de la gasolina de 95 octanos. La utilización de ambos combustibles se basa en el parque móvil de vehículos.

Podemos ver el consumo directo en la tabla 19.

**Tabla 19: Consumo directo en Valoriza Agua**

Combustibles	Consumo	Unidades
Gasóleo A	89.986	Litros [l]
Gasóleo B	-	Litros [l]
Gasóleo C	3.331	Litros [l]
Gasolina 95	9.318	Litros [l]
Gasolina 98	1.628	Litros [l]
Comb. Gaseosos (GN)	-	[m <sup>3</sup> ]

La representación gráfica de la tabla 19 está dispuesta en la figura 11.



**Figura 11: Consumo de combustibles en Valoriza Agua**

El consumo indirecto está dispuesto en la tabla 20. Podemos ver que la cantidad de energía eléctrica consumida es considerable, debido al consumo ejercido por las estaciones depuradoras de aguas residuales. Este es el consumo indirecto más alto de

Sacyr Vallehermoso, incluso mayor que el de las plantas de generación de Valoriza Energía.

**Tabla 20: Consumo indirecto en Valoriza Agua**

Fuente	Consumo	Unidades
Energía eléctrica	62.599.741	[kWh]

En cuanto al consumo biomasa, se produce de dos formas. Existe un consumo directo de biogás generado en el proceso de digestión de fangos de las estaciones depuradoras de aguas residuales (EDAR) de Valoriza Agua. Solamente una parte de este gas es aprovechable, por lo que la parte restante se quema a través de una antorcha.

Por otro lado, el proceso de depuración de la EDAR de EMMASA también genera fangos digeridos. Durante el proceso de digestión de los mismos se producen gases con un alto contenido de metano y que se aprovechan casi en su totalidad para la producción de energía eléctrica. Esta energía puede ser consumida por la propia instalación o vendida a otra compañía. En el año 2010 toda la producción se consumió en planta.

El consumo de biomasa se expone en la tabla 21.

**Tabla 21: Consumo de biomasa en Valoriza Agua**

Fuente	Consumo	Unidades
Energía eléctrica (biogás-EMMASA)	234.430	[kWh]
<b>Combustible</b>		
Biogás (útil)	419.807	[m <sup>3</sup> ]
Biogás (no útil)	1.050.876	[m <sup>3</sup> ]
Biodiésel	-	Litros [l]

### ❖ Energía

En Energía el análisis es un poco más complejo. Se debe principalmente a que además de existir consumo directo e indirecto, se lleva a cabo la producción de energía eléctrica.

De esta manera, el consumo directo va a ser el expuesto en la tabla 22.

El consumo de gas natural es muy elevado, esto se debe a que es el total del utilizado para la producción de electricidad en las centrales de cogeneración con gas natural de Valoriza en España durante todo el año 2010.

**Tabla 22: Consumo directo en Valoriza Energía**

Combustibles	Consumo	Unidades
Gasóleo B	3.078	Litros [l]
Gasóleo C	90.128	Litros [l]
Comb. gaseosos (GN)	203.841.169	[m <sup>3</sup> ]

En cuanto al consumo eléctrico se tienen dos tipos.

En primer lugar el consumo indirecto, referente a las instalaciones que no son centrales eléctricas y que utilizan energía que pertenece al “mix” de generación del sistema eléctrico español. Es decir, la energía no está generada por la compañía, sino que se compra a la red.

Por otro lado, se tiene un consumo que corresponde al realizado por las centrales de producción de energía, cuya energía consumida es una parte de la producida en las mismas centrales. Este apartado es más complejo a la hora de contabilizar sus emisiones como veremos más adelante, ya que esta energía procede del consumo de gas natural mediante cogeneración que se ha comentado anteriormente, y del consumo de biomasa en las centrales que se alimentan con otro tipo de biocombustibles como pueden ser orujillo, cultivos de chopo y eucalipto, residuos agrícolas o aprovechamiento forestal.

Podemos ver el consumo indirecto en la tabla 23.

**Tabla 23: Consumo indirecto en Valoriza Energía**

Fuente	Consumo	Unidades
Energía eléctrica (instalaciones)	5.534.297	[kWh]

El consumo en las centrales eléctricas de gas natural con cogeneración y de biomasa es el que se dispone en la tabla 24.

**Tabla 24: Consumo de energía en las centrales de biomasa y cogeneración con gas natural**

Fuente	Consumo	Unidades
Energía eléctrica (centrales)	47.587.699	[kWh]

En 2010, se puso en marcha la central Bioeléctrica de Linares lo que supone más consumo y más producción de energía. La implantación de aerocondensadores en Extragol y aerofriadores en Compañía Energética de La Roda, en los años 2009 y

2010 respectivamente, supone un mayor consumo eléctrico como consecuencia de la disminución del de agua, puesto que es un bien escaso en la zona.

El consumo de energía y la producción por planta están expresados en la tabla 25.

**Tabla 25: Características de las plantas de generación de energía eléctrica**

Instalación	Potencia [MWe]	Energía			
		Fuente	Generada [kWh]	Exportada a red [kWh]	Consumida [kWh]
C.E. Puente del Obispo	24,99	Cogeneración Con GN	192.925.440	187.559.900	5.365.540
C.E. La Roda	8,20	Cogeneración Con GN	65.238.130	60.114.226	5.123.904
C.E. Pata de Mulo (CEPALO)	17,26	Cogeneración Con GN	117.355.909	105.712.285	11.643.624
Biomasa de Puente Genil (BIPUGE)	9,82	Biomasa	72.332.210	69.159.238	3.172.972
Olextra	16,65	Cogeneración Con GN	123.667.400	119.466.600	4.200.800
Extragol	9,15	Biomasa	66.952.396	63.320.497	3.631.899
C.E. Las Villas	24,98	Cogeneración Con GN	188.614.067	186.359.000	2.255.067
C.E. de Linares	24,99	Cogeneración Con GN	182.118.988	176.121.162	5.997.826
Bioeléctrica de Linares, S.L.	15,00	Biomasa	80.028.480	73.832.413	6.196.067

En la tabla 26 tenemos el total en cuanto a consumo, producción y venta de energía eléctrica. Véase que el consumo en estas instalaciones de generación de energía es coincidente con el expuesto en la tabla 24 (Energía eléctrica - centrales).

**Tabla 26: Características generales de las plantas de generación de energía eléctrica**

Total potencia instalada	151,036	[MW]
Total energía generada	1.089.233,02	[MWh]
Total energía exportada a la red	1.041.645,32	[MWh]
Total energía consumida	47.587,699	[MWh]

### **5.3.2. Datos de actividad**

Los datos de actividad que se utilizan son los consumos de energía que realiza la empresa en sus actividades en unidades que permitan relacionar estos datos con los factores de emisión. Para ello se ha decidido que los consumos se expresen en

unidades de energía, concretamente en (GJ), dado que los factores de emisión se encuentran por lo general en unidades de (tCO<sub>2</sub>/GJ).

Para ello deben utilizarse parámetros particulares de cada combustible como la densidad y el poder calorífico inferior. En el caso de la energía eléctrica, al encontrarse en unidades de energía, simplemente debe ser realizado el cambio a la unidad pertinente.

Las características de los combustibles y la fuente de donde se obtuvo pueden verse con más detalle en el anexo 1 del proyecto.

En el caso de los combustibles, el cambio de unidades de consumo viene definido por aquellas en las que se haya hecho la medida en las fuentes. De esta manera, si nos encontramos con unidades de volumen para el consumo se debe aplicar la siguiente fórmula:

$$E = V \cdot \rho \cdot PCI$$

Donde,

- $E \equiv$  Dato de actividad en unidades de energía.
- $V \equiv$  Consumo de combustible en unidades de volumen.
- $\rho \equiv$  Densidad del combustible a 15 °C.
- $PCI \equiv$  Poder calorífico inferior del combustible.

Si el consumo viene dado en unidades de masa, los parámetros de densidad y volumen no aparecen explícitamente en la expresión dado que se encuentran incorporados implícitamente en el dato de consumo como producto (unidades de masa). La fórmula sería del tipo siguiente:

$$E = m \cdot PCI$$

Donde,

- $E \equiv$  Dato de actividad en unidades de energía.
- $m \equiv$  Consumo de combustible en unidades de masa.
- $PCI \equiv$  Poder calorífico inferior del combustible.



Finalmente, en el caso del consumo de energía eléctrica los datos se disponen en unidades de (kWh), por lo tanto el cambio se realiza teniendo en cuenta la siguiente equivalencia:

$$1 \text{ kWh} = 3,6 \cdot 10^{-3} \text{ GJ}$$

Así pues, los cambios de unidades que se obtienen son los que tenemos a continuación.

### → **SACYR**

En el caso de Sacyr los datos de actividad son los que se muestran en la tabla 27.

**Tabla 27: Datos de actividad en Sacyr**

Combustibles						
Combustible	Consumo		$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	PCI [GJ/t]	Dato de actividad	
Gasóleo	18.705.074	Litros [l]	850	42,40	674.130,9	GJ
Gasolina	358.617	Litros [l]	748	42,90	11.507,7	GJ
Gas natural	362.220	Litros [l]	0,80	47,99	13,9	GJ
Fuelóleo	482.460	Litros [l]	980	40,18	19,0	GJ
Petróleo crudo	3.268.024	Litros [l]	850	40,10	111.390,6	GJ
GLP	2.250	[kg]	535	45,50	102,4	GJ
Biodiésel	20.214	Litros [l]	880	37,56	668,1	GJ
Electricidad						
Fuente	Consumo [kWh]		Relación [GJ/kWh]		Dato de actividad	
Energía eléctrica	10.593.745		$3,6 \cdot 10^{-3}$		38.137,5	GJ

### → **SOMAGUE CONSTRUCCIÓN**

Para Somague Construcción los datos de actividad se disponen en la tabla 28.

**Tabla 28: Datos de actividad en Somague Construcción**

Combustibles						
Combustible	Consumo		$\rho$ [kg/m³]	PCI [GJ/t]	Dato de actividad	
Gasóleo						
Flota	76.800	Litros [l]	850	42,40	2.767,9	GJ
Equipamiento	145.448	Litros [l]	880	42,40	5.427,0	GJ
Gasolina						
Flota	272	Litros [l]	748	42,90	8,7	GJ
Equipamiento	4.738	Litros [l]	748	42,90	152,0	GJ
Gas natural	1.671	[m³]	0,80	47,99	64,2	GJ

Electricidad				
Fuente	Consumo [kWh]	Relación [GJ/kWh]	Dato de actividad	
Energía eléctrica	9.020.797	$3,6 \cdot 10^{-3}$	32.474,9	GJ

### → **SOMAGUE AMBIENTE**

En Somague Ambiente tenemos dos sectores que son agua y residuos. En primer lugar podemos ver los datos de actividad del área de agua en la tabla 29.

**Tabla 29: Datos de actividad en Somague Ambiente (agua)**

Combustibles						
Combustible	Consumo		$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	PCI [GJ/t]	Dato de actividad	
Gasóleo						
Automóviles	676.148,9	Litros [l]	833	42,40	23.881,0	GJ
Equipamiento	1.797,4	Litros [l]	880	42,40	67,1	GJ
Gasolina						
Automóviles	374,1	Litros [l]	748	42,90	12,0	GJ
Equipamiento	-	-	-	-	-	-
Electricidad						
Fuente	Consumo [kWh]		Relación [GJ/kWh]		Dato de actividad	
Energía eléctrica	15.157.752		$3,6 \cdot 10^{-3}$		54.567,9	GJ
Energía eléctrica <sup>1</sup> (Biogás – Braganza)	11.971		$3,6 \cdot 10^{-3}$		43,1	GJ

Nota 1: Biogás en cogeneración producido en la EDAR de Braganza.

Los datos de actividad del área de residuos son los que tenemos en la tabla 30.

**Tabla 30: Datos de actividad en Somague Ambiente (residuos)**

Combustibles						
Combustible	Consumo		$\rho$ [kg/m³]	PCI [GJ/t]	Dato de actividad	
Gasóleo						
Automóviles	295.519,66	Litros [l]	833	42,40	10.437,5	GJ
Equipamiento	825,14	Litros [l]	880	42,40	30,8	GJ
Gasolina						
Automóviles	863,23	Litros [l]	748	42,90	27,7	GJ
Equipamiento	2.645,75	Litros [l]	748	42,90	84,9	GJ
Electricidad						
Fuente	Consumo [kWh]		Relación [GJ/kWh]		Dato de actividad	
Energía eléctrica	29.741		$3,6 \cdot 10^{-3}$		107,1	GJ

## → TESTA

Para Testa los combustibles más importantes son los de tipo gaseoso. La mayoría de este tipo es gas natural, por eso se ha simplificado a únicamente el consumo de éste gas. Los datos de actividad de Testa están expuestos en la tabla 31.

**Tabla 31: Datos de actividad en Testa**

Fuente directa						
Combustible	Consumo		$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	PCI [GJ/t]	Dato de actividad	
Gasóleo	72.114	Litros [l]	850	42,40	2.599,0	GJ
Comb. gaseosos (GN)	352.098	[m <sup>3</sup> ]	0,80	47,99	13.517,7	GJ
Electricidad						
Fuente	Consumo [kWh]		Relación [GJ/kWh]		Dato de actividad	
Energía eléctrica	11.322.847		$3,6 \cdot 10^{-3}$		40.762,2	GJ

## → VALORIZA

Como dijimos anteriormente Valoriza divide la empresa para llevar a cabo sus actividades en cuatro sectores, Medio ambiente, Multiservicios, Energía y Agua.

### ❖ Medio ambiente

Podemos ver los datos de actividad de Valoriza Medio Ambiente en la tabla 32.

**Tabla 32: Datos de actividad en Valoriza Medio Ambiente**

Fuente directa						
Combustible	Consumo		$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	PCI [GJ/t]	Dato de actividad	
Gasóleo A	3.109.346	Litros [l]	833	42,40	109.819,6	GJ
Gasóleo B	550.441	Litros [l]	850	42,40	19.837,9	GJ
Gasóleo C	6.600	Litros [l]	880	42,40	246,3	GJ
Gasolina 95	72.975	Litros [l]	748	42,90	2.340,7	GJ
Gasolina 98	10.988	Litros [l]	748	42,90	352,6	GJ
Comb. Gaseosos (GN)	204.267	[m <sup>3</sup> ]	0,80	47,99	7.842,1	GJ
Biogás	-	-	-	-	-	-
Biodiésel	288	Litros [l]	800	37,57	9,5	GJ
Electricidad						
Fuente	Consumo [kWh]		Relación [GJ/kWh]		Dato de actividad	
Energía eléctrica	4.404.971		$3,6 \cdot 10^{-3}$		15.857,9	GJ

## ❖ Multiservicios

En el caso de Valoriza Multiservicios tenemos los datos de actividad en la tabla 33.

**Tabla 33: Datos de actividad en Valoriza Multiservicios**

Fuente directa						
Combustible	Consumo		$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	PCI [GJ/t]	Dato de actividad	
Gasóleo A	879.689	Litros [l]	833	42,40	31.069,9	GJ
Gasóleo B	364.510	Litros [l]	850	42,40	13.136,9	GJ
Gasóleo C	40.300	Litros [l]	880	42,40	1.503,7	GJ
Gasolina 95	9.798	Litros [l]	748	42,90	314,4	GJ
Gasolina 98	253	Litros [l]	748	42,90	8,1	GJ
Comb. Gaseosos (GN)	4.707	[m <sup>3</sup> ]	0,80	47,99	180,7	GJ
Biogás	-	-	-	-	-	-
Biodiésel	-	-	-	-	-	-
Electricidad						
Fuente	Consumo [kWh]		Relación [GJ/kWh]		Dato de actividad	
Energía eléctrica	312.740		$3,6 \cdot 10^{-3}$		1.125,9	GJ
Energía eléctrica <sup>1</sup> (biogás – La Rioja)	156.625		$3,6 \cdot 10^{-3}$		563,9	GJ

Nota 1: Biogás producido en la planta de tratamiento de residuos de La Rioja, quemando el gas en un proceso de combustión.

## ❖ Agua

Los datos de actividad de Valoriza Agua se pueden observar en la tabla 34.

**Tabla 34: Datos de actividad en Valoriza Agua**

Fuente directa						
Combustible	Consumo		$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	PCI [GJ/t]	Dato de actividad	
Gasóleo A	89.986	Litros [l]	833	42,40	31.069,9	GJ
Gasóleo B	-	-	-	-	-	-
Gasóleo C	3.331	Litros [l]	880	42,40	1.503,7	GJ
Gasolina 95	9.318	Litros [l]	748	42,90	314,4	GJ
Gasolina 98	1.628	Litros [l]	748	42,90	8,1	GJ
Comb. Gaseosos (GN)	-	-	-	-	-	-
Biogás (útil)	419.807	[m <sup>3</sup> ]	1,15	19,44	9.385,2	GJ
Biogás (no útil)	1.050.876	[m <sup>3</sup> ]	1,15	19,44	23.493,4	GJ
Electricidad						
Fuente	Consumo [kWh]		Relación [GJ/kWh]		Dato de actividad	

Energía eléctrica	62.599.741	$3,6 \cdot 10^{-3}$	225.359,1	GJ
Energía eléctrica <sup>1</sup> (biogás – EMMASA)	234.430	$3,6 \cdot 10^{-3}$	843,9	GJ

Nota 1: Biogás producido en la estación de depuración de aguas residuales (EDAR) de EMMASA.

### ❖ Energía

Los datos de actividad de Valoriza Energía se exponen en la tabla 35.

**Tabla 35: Datos de actividad en Valoriza Agua**

Fuente directa						
Combustible	Consumo		$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	PCI [GJ/t]	Dato de actividad	
Gasóleo B	3.078	Litros [l]	850	42,40	110,9	GJ
Gasóleo C	90.128	Litros [l]	880	42,40	3.362,9	GJ
Comb. Gaseosos (GN)	203.841.169	[m <sup>3</sup> ]	0,80	47,99	7.825.870,2	GJ
Electricidad						
Fuente	Consumo [kWh]		Relación [GJ/kWh]		Dato de actividad	
Energía eléctrica	5.534.297		$3,6 \cdot 10^{-3}$		19.923,5	GJ

Hay que destacar que el dato de actividad referido al consumo de electricidad en las centrales de producción de energía ya está incorporado en el que establece el consumo de gas natural en la producción de energía, ya que este consumo procede de la energía generada en la propia central.

### **5.3.3. Factores de emisión**

Los factores de emisión permiten establecer la relación entre el consumo, dispuesto como dato de actividad, y la formación de CO<sub>2</sub> en el proceso de combustión correspondiente. De esta manera puede definirse la huella atribuida a cada actividad en emisiones de CO<sub>2</sub>.

Los factores de emisión que han sido seleccionados se han recopilado del IDAE (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía), ya que éstos son los utilizados en el Inventario General de Emisiones de GEI de España para el año 2010. En algunos casos los combustibles que se utilizan y sus factores de emisión no son proporcionados por el IDAE, ni por el inventario nacional, por lo que se recurre a otras fuentes, en este caso el IPCC (revisión de 2006).

Para cumplimentar los factores de emisión se utilizan factores de oxidación. Estos factores se deben a que cuando se consume energía no todo el carbono del combustible reacciona químicamente. Se produce una oxidación incompleta debido a las ineficacias del proceso de combustión que dejan parte del carbono sin quemar o

parcialmente oxidado en forma de hollín o cenizas. Este carbono no oxidado se tiene en cuenta en este factor como una fracción. Se expresa en forma porcentual.

Para los datos de actividad utilizados en el alcance 1, los factores de emisión dependen del combustible empleado en cada actividad de las empresas para las que se contabiliza la huella.

En los combustibles los factores de emisión y de oxidación que se utilizan son los que tenemos en la tabla 36.

**Tabla 36: Factores de emisión de los combustibles**

Combustible	Factor de emisión		Factor de oxidación [%]
	[tCO <sub>2</sub> /tep]	[tCO <sub>2</sub> /GJ]	
Gasóleo A	3,06	0,0730	99,0 (incluido en FE)
Gasóleo B	3,06	0,0730	99,0 (incluido en FE)
Gasóleo C	3,06	0,0730	99,0 (incluido en FE)
Gasolina 95	2,90	0,0692	99,0 (incluido en FE)
Gasolina 98	2,90	0,0692	99,0 (incluido en FE)
Gas natural	2,35	0,0560	99,5 (incluido en FE)
Fuelóleo	3,18	0,0760	99,0 (incluido en FE)
Petróleo crudo	3,07	0,0733	99,0
GLP	2,72	0,0650	99,0 (incluido en FE)
Biodiésel	2,96	0,0708	99,0
Biogás (de lodo)	2,29	0,0546	99,5

En el caso del alcance 2, los factores de emisión se aplican a la generación de energía eléctrica, que depende del combustible utilizado para la generación y la técnica y la tecnología empleadas. De esta manera, el origen de la electricidad es fundamental en la elección de los factores. La electricidad consumida en este alcance es la que proporciona la red eléctrica, luego se utiliza el factor de emisión del “mix” eléctrico (usaremos el español, no el peninsular).

En el caso del consumo eléctrico cuya energía se produce en instalaciones controladas por la empresa el factor de emisión debe calcularse en base al combustible y la técnica utilizados.

El biogás producido en las plantas se supone que se compone de un 60% de metano y un 40% de CO<sub>2</sub> (mismas propiedades que el del alcance 1). El factor de emisión es función del rendimiento en la generación y se obtiene mediante la ecuación siguiente:

$$F_e = \frac{F_g}{\eta}$$

Donde,

- $F_e \equiv$  Factor de emisión de la energía eléctrica.
- $F_g \equiv$  Factor de emisión del gas.
- $\eta \equiv$  Rendimiento en la generación.

Los casos particulares que tenemos son los siguientes:

- 1) Energía eléctrica generada mediante biogás en cogeneración en la EDAR de Braganza, con un rendimiento estimado del 75% (cogeneración).
- 2) Energía eléctrica generada con biogás en la planta de tratamiento de residuos de La Rioja, con un rendimiento estimado del 35% (combustión sin especificar).
- 3) Energía eléctrica generada con biogás en la EDAR de EMMASA, con un rendimiento estimado del 35% (motor generador).

Los factores de emisión de la energía eléctrica, se exponen en la tabla 37.

**Tabla 37: Factores de emisión de la energía eléctrica**

Energía eléctrica	Factor de emisión	
“Mix” eléctrico español (2010)	0,0750	tCO <sub>2</sub> /GJ
EDAR de Braganza	0,0724	tCO <sub>2</sub> /GJ
Residuos de La Rioja	0,1552	tCO <sub>2</sub> /GJ
EDAR de EMMASA	0,1552	tCO <sub>2</sub> /GJ

## **5.4. Contabilización de las emisiones**

En el capítulo 5, anunciamos que el método de contabilización de emisiones empleado sería aquel basado en cálculos, es decir, en la aplicación de factores de emisión y datos de actividad.

Como asunción al cálculo hay que decir que sólo se van a contabilizar las emisiones de CO<sub>2</sub>, por lo que las emisiones de otro tipo de GEI vamos a suponerlas despreciables. Esto se debe principalmente a tres factores:

- ❖ El CO<sub>2</sub> es el GEI más importante debido a su cantidad, de manera que los demás gases no tienen una influencia muy relevante en el resultado final. Es decir, el

factor “cantidad” del CO<sub>2</sub> es más importante que el factor “poder de calentamiento global” de los demás GEI.

- ❖ Los factores de emisión del resto de gases adquieren una gran variabilidad en función de la técnica y la tecnología empleada en cada fuente.
- ❖ Los datos de los que disponemos no especifican en la mayoría de los casos cómo se ha producido el consumo del combustible.

Así pues, la huella de carbono para cada dato de actividad quedará definida según la fórmula siguiente, que ya vimos anteriormente:

$$\text{Huella de carbono} = \text{Dato de actividad} \cdot \text{Factor de Emisión} \cdot \text{Factor de oxidación}$$

Los datos de actividad están basados en el consumo de combustible. La cantidad de combustible utilizado se expresa en unidades de energía, concretamente en (GJ). Por otro lado, vamos a suponer que la forma de obtención de los datos de actividad es de nivel 1, donde el consumo de combustible se mide sin almacenamiento intermedio antes de la combustión en la fuente.

Los factores de emisión son expresados en unidades de (tCO<sub>2</sub>/GJ). En este sentido se ha escogido un nivel 2a, es decir, valores específicos del país para cada combustible, comunicado por el Estado en el inventario nacional más reciente. Esto se cumple en la mayoría de casos salvo alguna excepción para la que no se tienen datos, utilizando valores por defecto del IPPC (revisión de 2006).

Los factores de oxidación se expresan en porcentaje. Se ha decidido utilizar un nivel 1, pero escogiendo los valores utilizados en el Inventario General de Emisiones de GEI de España de 2010. Así, para combustibles sólidos se utiliza un valor del 98,0%, para combustibles líquidos un 99,0% y para combustibles gaseosos un 99,5%.

En cuanto a los alcances que se desarrollan se van a analizar el alcance 1 y el alcance 2. El alcance 3 no se ejecuta porque no se tienen datos de otras emisiones indirectas atribuidas a otras actividades como pueden ser los viajes de negocios en medios de transporte ajenos a la empresa o el transporte del combustible consumido en fuentes controladas por la empresa.

Además de los alcances debe exponerse el consumo o las emisiones de biomasa a modo informativo, ya que como hemos dicho anteriormente estas emisiones no se contabilizan en la huella de CO<sub>2</sub>.

De esta manera, el análisis de estos alcances podemos verlo a continuación.



### **5.4.1. Alcance 1**

En el punto 3, en el apartado de límites operativos, ya dijimos que las emisiones del alcance 1 son aquellas de tipo directo que tienen su origen en fuentes que controla la organización que genera la actividad. Podrían catalogarse como emisiones “in situ”, puesto que se producen prácticamente en el lugar de actividad.

Bien, en este caso las emisiones directas que vamos a contabilizar son aquellas que proceden del consumo de combustibles fósiles, consumo que se ha expresado anteriormente como dato de actividad.

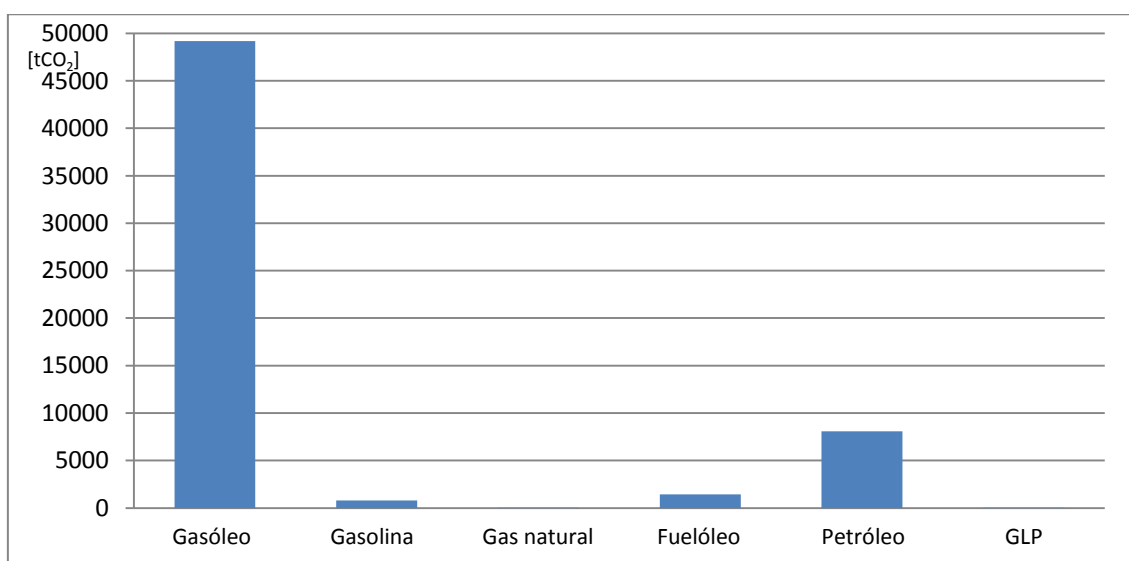
Todos los consumos se disponen referidos a cada empresa que participa en la contabilización de la huella, por lo que el alcance 1 puede desarrollarse de la misma manera.

Así pues, las emisiones del alcance 1 representadas por empresas podemos observarlas en las páginas siguientes.

#### **→ SACYR**

En el caso de Sacyr los combustibles utilizados no se especifican de una manera muy precisa. Para el gasóleo y la gasolina que se consumen, así como para el fuelóleo y el petróleo, no se indica el tipo de combustible exacto y su utilidad dentro de las distintas fuentes, por lo que se supone un combustible con unas características generales tanto de densidad como de PCI (poder calorífico inferior). Los factores de emisión utilizados son constantes entre las variedades de un mismo combustible.

En la figura 12 tenemos la representación gráfica de las emisiones de la tabla 38.



**Figura 12: Emisiones del alcance 1 en Sacyr**

En la tabla 38 tenemos las emisiones del alcance 1 de Sacyr.

**Tabla 38: Emisiones del alcance 1 en Sacyr**

Combustible	Dato de actividad [GJ]		Factor de emisión [tCO <sub>2</sub> /GJ]	Factor de ox. [%]	Huella [tCO <sub>2</sub> ]
Gasóleo	674.130,9	GJ	0,0730	Incl. en FE (99,0)	49.206
Gasolina	11.507,7	GJ	0,0692	Incl. en FE (99,0)	796
Gas natural	13,9	GJ	0,0560	Incl. en FE (99,5)	1
Fuelóleo	19,0	GJ	0,0760	Incl. en FE (99,0)	1.444
Petróleo	111.390,6	GJ	0,0733	99,0	8.083
GLP	102,4	GJ	0,0650	Incl. en FE (99,0)	7
<b>Total alcance 1 Sacyr</b>					<b>59.537</b>

Podemos destacar que las emisiones debidas al consumo de gasóleo son muy importantes en Sacyr debido a la extensión de la empresa, llevando a cabo actividades de construcción en varios países.

#### → **SOMAGUE CONSTRUCCIÓN**

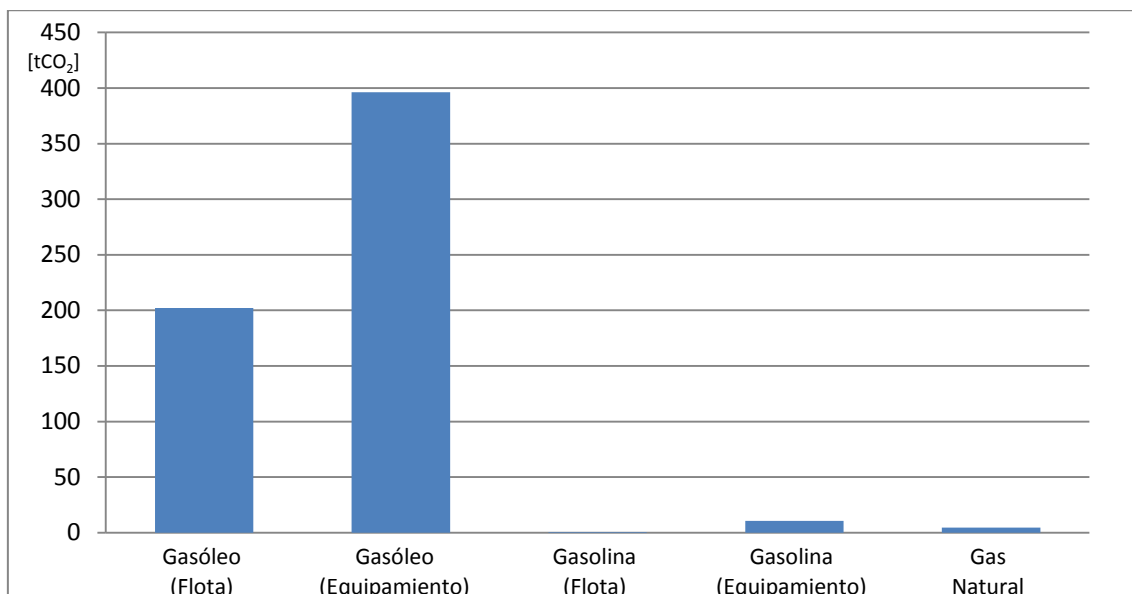
En Somague Construcción el gasóleo empleado se encuentra diferenciado entre flota y equipamiento, por lo que en el caso de flota se han supuesto las características correspondientes a gasóleos tipo A y B, mientras que en equipamiento se han considerado las del tipo C. Por otro lado, en la gasolina se han utilizado las características de los tipos 95 y 98, utilizados ambos tanto para flota como para equipamiento.

Las emisiones del alcance 1 de Somague Construcción se disponen en la tabla 39.

**Tabla 39: Emisiones del alcance 1 en Somague Construcción**

Combustible	Dato de actividad [GJ]		Factor de emisión [tCO <sub>2</sub> /GJ]	Factor de ox. [%]	Huella [tCO <sub>2</sub> ]
Gasóleo					
Flota	2.767,9	GJ	0,0730	Incl. en FE (99,0)	202
Equipamiento	5.427,0	GJ	0,0730	Incl. en FE (99,0)	396
Gasolina					
Flota	8,7	GJ	0,0692	Incl. en FE (99,0)	1
Equipamiento	152,0	GJ	0,0692	Incl. en FE (99,0)	11
Gas natural	64,2	GJ	0,0560	Incl. en FE (99,5)	4
Total alcance 1 Somague Construcción					614

La representación grafica de las emisiones del alcance 1 la tenemos en la figura 13.



**Figura 13: Emisiones del alcance 1 en Somague Construcción**

### → **SOMAGUE AMBIENTE**

En Somague Ambiente las características del gasóleo y de la gasolina son análogas a las utilizadas en Somague Construcción, con la salvedad de que en automóviles se ha supuesto un gasóleo del tipo A exclusivamente.

Como la empresa divide sus actividades en agua y residuos tenemos dos tablas en las que se contabilizan las emisiones de los combustibles.

En la tabla 40 tenemos las emisiones del alcance 1 para el sector agua.

**Tabla 40: Emisiones del alcance 1 en Somague Ambiente (agua)**

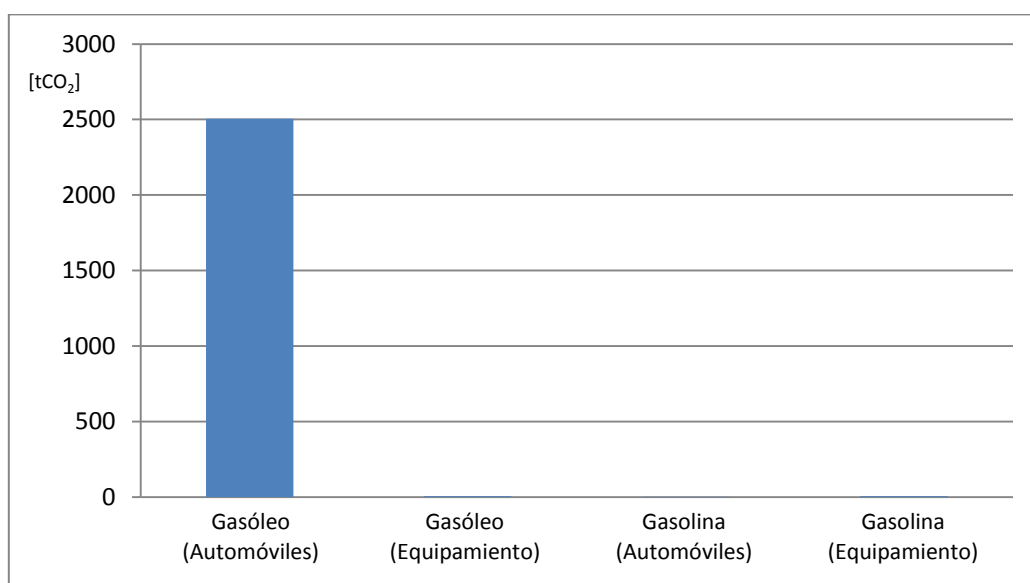
Combustible	Dato de actividad [GJ]		Factor de emisión [tCO <sub>2</sub> /GJ]	Factor de ox. [%]	Huella [tCO <sub>2</sub> ]
Gasóleo					
Automóviles	23.881,0	GJ	0,0730	Incl. en FE (99,0)	1.743
Equipamiento	67,1	GJ	0,0730	Incl. en FE (99,0)	5
Gasolina					
Automóviles	12,0	GJ	0,0692	Incl. en FE (99,0)	1
Equipamiento	-	-	-	-	-
Total alcance 1 Somague Ambiente (agua)					1.749

Las emisiones del alcance 1 en el sector residuos se disponen en la tabla 41.

**Tabla 41: Emisiones del alcance 1 en Somague Ambiente (residuos)**

Combustible	Dato de actividad [GJ]		Factor de emisión [tCO <sub>2</sub> /GJ]	Factor de ox. [%]	Huella [tCO <sub>2</sub> ]
Gasóleo					
Automóviles	10.437,5	GJ	0,0730	Incl. en FE (99,0)	762
Equipamiento	30,8	GJ	0,0730	Incl. en FE (99,0)	2
Gasolina					
Automóviles	27,7	GJ	0,0692	Incl. en FE (99,0)	2
Equipamiento	84,9	GJ	0,0692	Incl. en FE (99,0)	6
Total alcance 1 Somague Ambiente (residuos)					772

Podemos ver gráficamente en la figura 14 las emisiones directas para Somague Ambiente.



**Figura 14: Emisiones del alcance 1 en Somague Ambiente**

### → **TESTA**

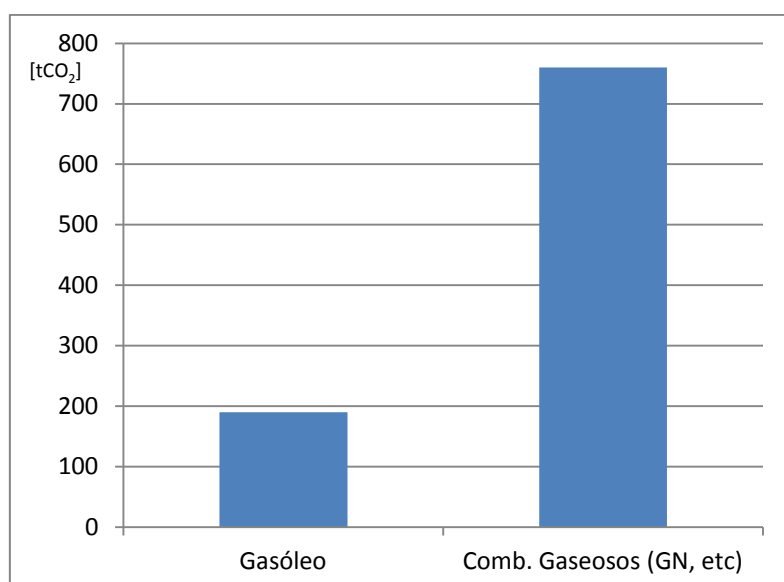
En Testa sucede lo mismo que en el caso de Sacyr, no se dan especificaciones de que tipo de gasóleo es el utilizado en sus instalaciones. En este caso podemos observar como las emisiones atribuidas al gas natural son de carácter importante dentro de la empresa, pero de gran relevancia en el conjunto del Grupo.

De esta manera, las emisiones del alcance 1 en Testa las que tenemos en la tabla 42.

**Tabla 42: Emisiones del alcance 1 en Testa**

Combustible	Dato de actividad [GJ]		Factor de emisión [tCO <sub>2</sub> /GJ]	Factor de ox. [%]	Huella [tCO <sub>2</sub> ]
Gasóleo	2.599,0	GJ	0,0730	Incl. en FE (99,0)	190
Comb. gaseosos (GN)	13.517,7	GJ	0,0560	Incl. en FE (99,5)	757
<b>Total alcance 1 Testa</b>					<b>950</b>

En la figura 15 tenemos el gráfico que representa las emisiones de la tabla 36.



**Figura 15: Emisiones del alcance 1 en Testa**

### → **VALORIZA**

En Valoriza los tipos de combustibles se encuentran definidos de forma más precisa. El gasóleo se establece en los tipos A, B y C; mientras que la gasolina se dispone en las variedades de 95 y 98 octanos. En cuanto a los combustibles gaseosos se toma como asunción que se trata de gas natural únicamente y el biogás utilizado se supone con una composición de 60% de metano y 40% de CO<sub>2</sub>, como ya explicamos anteriormente para el cálculo de los factores de emisión eléctricos.

Los datos de actividad se expusieron en referencia a cada sector de Valoriza (Medio ambiente, Multiservicios, Agua y Energía), por lo que las emisiones del alcance 1 pueden expresarse de igual manera.

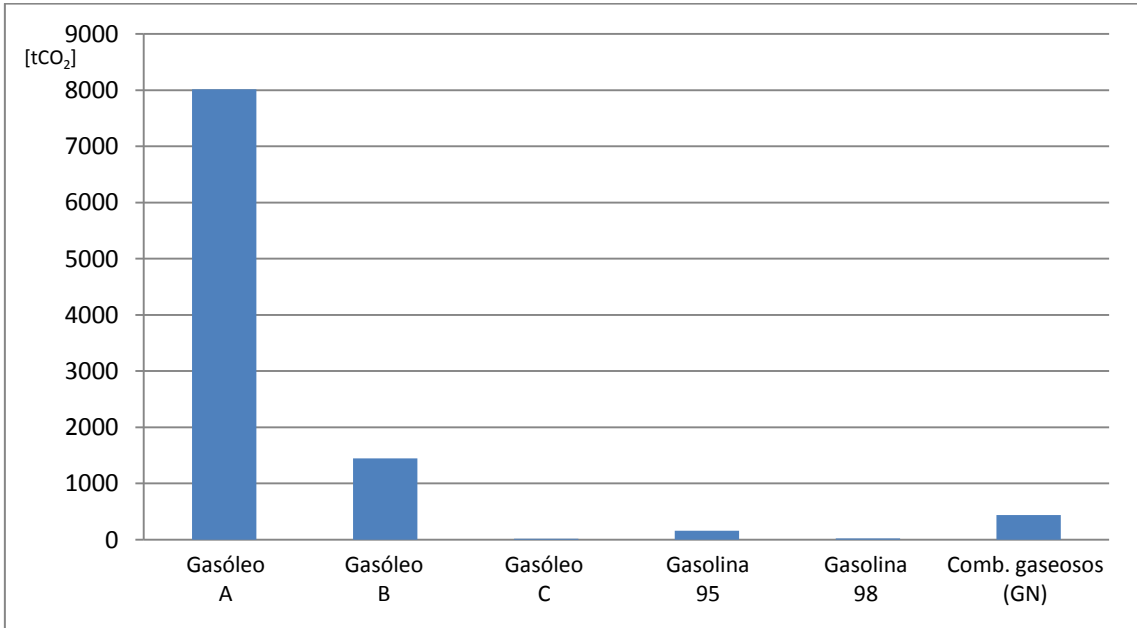
❖ **Medio ambiente**

Las emisiones del alcance 1 correspondientes al apartado de Medio ambiente son las expuestas en la tabla 43.

**Tabla 43: Emisiones del alcance 1 en Valoriza Medio ambiente**

Combustible	Dato de actividad [GJ]		Factor de emisión [tCO <sub>2</sub> /GJ]	Factor de ox. [%]	Huella [tCO <sub>2</sub> ]
Gasóleo A	109.819,6	GJ	0,0730	Incl. en FE (99,0)	8.016
Gasóleo B	19.837,9	GJ	0,0730	Incl. en FE (99,0)	1.448
Gasóleo C	246,3	GJ	0,0730	Incl. en FE (99,0)	18
Gasolina 95	2.340,7	GJ	0,0692	Incl. en FE (99,0)	162
Gasolina 98	352,6	GJ	0,0692	Incl. en FE (99,0)	24
Comb. Gaseosos (GN)	7.842,1	GJ	0,0560	Incl. en FE (99,5)	439
<b>Total alcance 1 Valoriza Medio ambiente</b>					<b>10.109</b>

La representación gráfica de la tabla 43 la podemos observar en la figura 16.



**Figura 16: Emisiones del alcance 1 en Valoriza Medio ambiente**

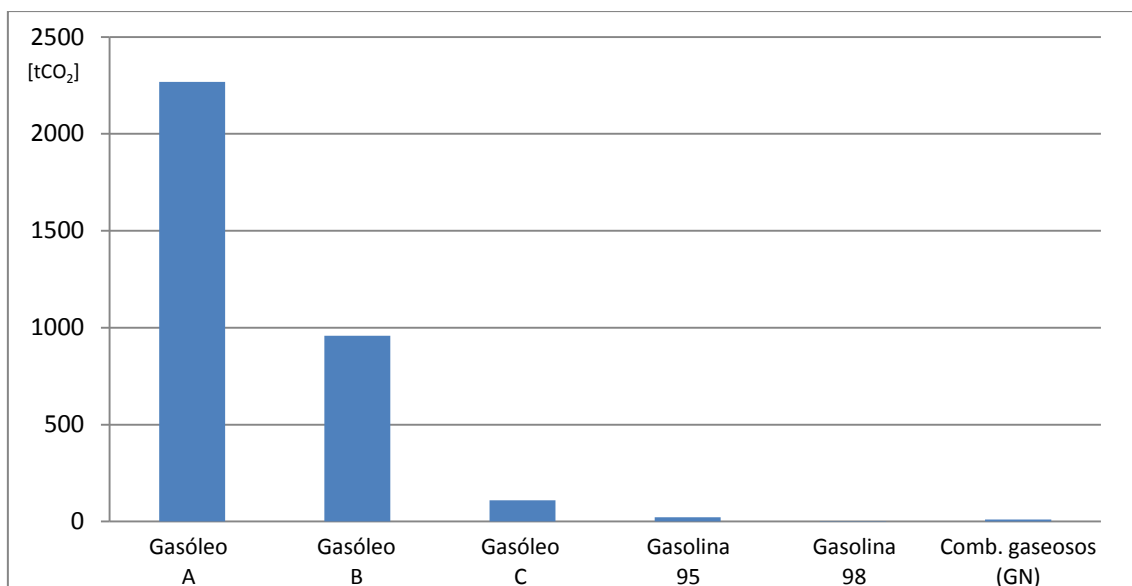
### ❖ Multiservicios

Las emisiones del sector de Multiservicios pertenecientes al alcance 1 son las que tenemos a continuación en la tabla 44.

**Tabla 44: Emisiones del alcance 1 en Valoriza Multiservicios**

Combustible	Dato de actividad [GJ]		Factor de emisión [tCO <sub>2</sub> /GJ]	Factor de ox. [%]	Huella [tCO <sub>2</sub> ]
Gasóleo A	31.069,9	GJ	0,0730	Incl. en FE (99,0)	2.268
Gasóleo B	13.136,9	GJ	0,0730	Incl. en FE (99,0)	959
Gasóleo C	1.503,7	GJ	0,0730	Incl. en FE (99,0)	110
Gasolina 95	314,4	GJ	0,0692	Incl. en FE (99,0)	22
Gasolina 98	8,1	GJ	0,0692	Incl. en FE (99,0)	1
Comb. Gaseosos (GN)	180,7	GJ	0,0560	Incl. en FE (99,5)	10
<b>Total alcance 1 Valoriza Multiservicios</b>					<b>3.370</b>

La representación gráfica de la tabla 44 la tenemos en la figura 17.



**Figura 17: Emisiones del alcance 1 en Valoriza Multiservicios**

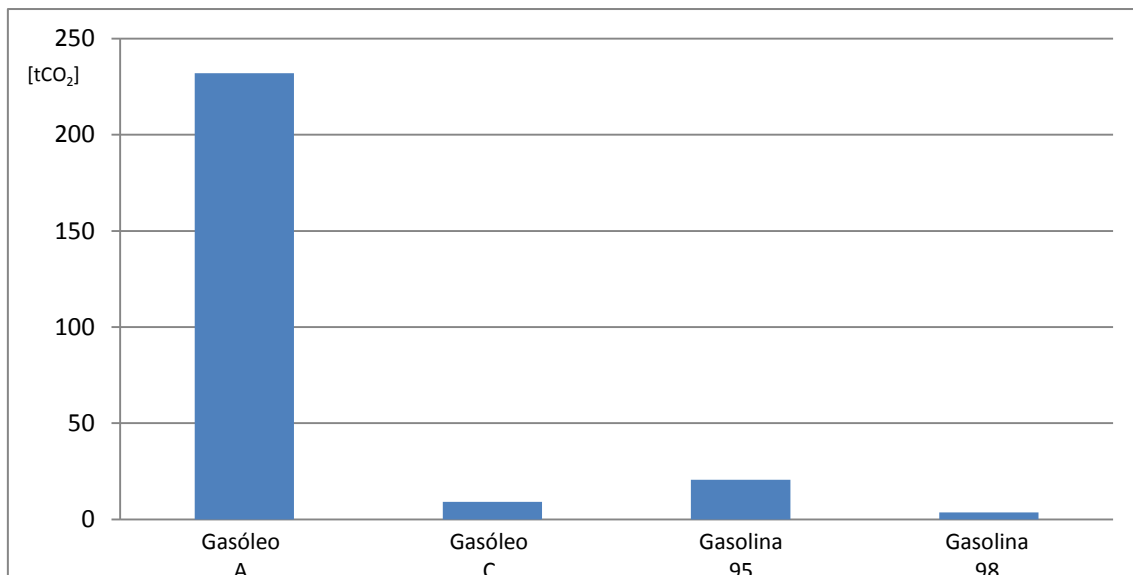
### ❖ Agua

En Valoriza Agua el alcance 1 queda definido según la tabla 45.

**Tabla 45: Emisiones del alcance 1 en Valoriza Agua**

Combustible	Dato de actividad [GJ]		Factor de emisión [tCO <sub>2</sub> /GJ]	Factor de ox. [%]	Huella [tCO <sub>2</sub> ]
Gasóleo A	31.069,9	GJ	0,0730	Incl. en FE (99,0)	232
Gasóleo C	1.503,7	GJ	0,0730	Incl. en FE (99,0)	9
Gasolina 95	314,4	GJ	0,0692	Incl. en FE (99,0)	21
Gasolina 98	8,1	GJ	0,0692	Incl. en FE (99,0)	4
<b>Total alcance 1 Valoriza Agua</b>					<b>266</b>

Gráficamente las emisiones de la tabla 45 quedan definidas según la figura 18.



**Figura 18: Emisiones del alcance 1 en Valoriza Agua**

### ❖ Energía

Valoriza Energía efectúa la mayor cantidad de emisiones de Sacyr Vallehermoso. Se debe a la gran cantidad de gas natural consumida en las centrales de producción de energía eléctrica que se lleva a cabo mediante cogeneración con gas natural. De esta manera, las emisiones producidas por estas instalaciones se encuentran contabilizadas en este punto del alcance 1, como emisiones directas de CO<sub>2</sub> debidas al consumo de gas natural. Para evitar duplicidades las veremos en el alcance 2 con detalle a modo informativo y con verificación de que son coincidentes en ambos casos.

Las emisiones referidas al alcance 1 se exponen en la tabla 46.



**Tabla 46: Emisiones del alcance 1 en Valoriza Energía**

Combustible	Dato de actividad [GJ]		Factor de emisión [tCO <sub>2</sub> /GJ]	Factor de ox. [%]	Huella [tCO <sub>2</sub> ]
Gasóleo B	110,9	GJ	0,0730	Incl. en FE (99,0)	232
Gasóleo C	3.362,9	GJ	0,0730	Incl. en FE (99,0)	9
Comb. Gaseosos (GN)	7.825.870,2	GJ	0,0560	Incl. en FE (99,5)	438.322
<b>Total alcance 1 Valoriza Energía</b>					<b>438.563</b>

### **5.4.2. Alcance 2**

En primer lugar debe recordarse que las emisiones indirectas son aquellas que se producen como consecuencia de actividades que realiza la empresa, pero en fuentes que no son controladas por la misma.

El alcance 2 recoge emisiones indirectas que derivan de la energía que se consume en operaciones y equipos propios o controlados por la empresa. En este caso se va a contabilizar únicamente aquellas emisiones que proceden del consumo de energía eléctrica.

El factor de emisión utilizado para calcular las emisiones en este alcance es el que se obtuvo para el “mix” eléctrico español para el año 2010.

Como en el alcance 1, este análisis puede realizarse por empresas con los resultados que tenemos a continuación.

#### **→ SACYR**

En Sacyr las emisiones del alcance 2 son las que tenemos en la tabla 47.

**Tabla 47: Emisiones del alcance 2 en Sacyr**

Fuente	Dato de actividad [GJ]		Factor de emisión [tCO <sub>2</sub> /GJ]	Huella [tCO <sub>2</sub> ]
Energía eléctrica	38.137,5	GJ	0,0750	2.860

#### **→ SOMAGUE CONSTRUCCIÓN**

En Somague Construcción las emisiones indirectas que dan lugar al alcance 2 son las que tenemos en la tabla 48.

**Tabla 48: Emisiones del alcance 2 en Somague Construcción**

Fuente	Dato de actividad [GJ]		Factor de emisión [tCO <sub>2</sub> /GJ]	Huella [tCO <sub>2</sub> ]
Energía eléctrica	32.474,9	GJ	0,0750	2.436

→ **SOMAGUE AMBIENTE**

En el área de agua las emisiones del alcance 2 se disponen en la tabla 49.

**Tabla 49: Emisiones del alcance 2 en Somague Ambiente (agua)**

Fuente	Dato de actividad [GJ]		Factor de emisión [tCO <sub>2</sub> /GJ]	Huella [tCO <sub>2</sub> ]
Energía eléctrica	54.567,9	GJ	0,0750	4.093

Las emisiones del alcance 2 del sector residuos las tenemos en la tabla 50.

**Tabla 50: Emisiones del alcance 2 en Somague Ambiente (residuos)**

Fuente	Dato de actividad [GJ]		Factor de emisión [tCO <sub>2</sub> /GJ]	Huella [tCO <sub>2</sub> ]
Energía eléctrica	107,1	GJ	0,0750	8

→ **TESTA**

Las emisiones indirectas en Testa son las expuestas en la tabla 51.

**Tabla 51: Emisiones del alcance 2 en Testa**

Fuente	Dato de actividad [GJ]		Factor de emisión [tCO <sub>2</sub> /GJ]	Huella [tCO <sub>2</sub> ]
Energía eléctrica	40.762,2	GJ	0,0750	3.057

→ **VALORIZA**

❖ **Medio Ambiente**

En Valoriza Medio Ambiente las emisiones del alcance 2 son las dispuestas en la tabla 52.

**Tabla 52: Emisiones del alcance 2 en Valoriza Medio Ambiente**

Fuente	Dato de actividad [GJ]		Factor de emisión [tCO <sub>2</sub> /GJ]	Huella [tCO <sub>2</sub> ]
Energía eléctrica	15.857,9	GJ	0,0750	1.189

#### ❖ Multiservicios

Las emisiones indirectas de Multiservicios se exponen en la tabla 53.

**Tabla 53: Emisiones del alcance 2 en Valoriza Multiservicios**

Fuente	Dato de actividad [GJ]		Factor de emisión [tCO <sub>2</sub> /GJ]	Huella [tCO <sub>2</sub> ]
Energía eléctrica	1.125,9	GJ	0,0750	84

#### ❖ Agua

En Valoriza Agua el alcance 2 se compone de las emisiones dispuestas en la tabla 54. Este sector de la empresa emite una gran cantidad de CO<sub>2</sub> debido al elevado consumo que realiza en sus plantas de depuración de aguas residuales.

**Tabla 54: Emisiones del alcance 2 en Valoriza Agua**

Fuente	Dato de actividad [GJ]		Factor de emisión [tCO <sub>2</sub> /GJ]	Huella [tCO <sub>2</sub> ]
Energía eléctrica	225.359,1	GJ	0,0750	16.902

#### ❖ Energía

En el caso de Valoriza Energía las emisiones contabilizadas en la huella de CO<sub>2</sub> son aquellas que proceden del consumo de electricidad que se lleva a cabo en instalaciones que no son centrales de producción de energía eléctrica.

Estas emisiones indirectas que se suman al alcance 2 son las tenemos en la tabla 55.

**Tabla 55: Emisiones del alcance 2 en Valoriza Energía**

Fuente	Dato de actividad [GJ]		Factor de emisión [tCO <sub>2</sub> /GJ]	Huella [tCO <sub>2</sub> ]
Energía eléctrica	19.923,5	GJ	0,0750	1.494

Las emisiones procedentes de la producción de energía eléctrica mediante gas natural en cogeneración se contabilizan en el alcance 1 como emisiones directas debido al consumo de gas natural de Valoriza Energía. Por tanto, el consumo que se realiza de esta energía eléctrica por la empresa es de tipo directo, ya que ésta tiene el control de su producción. Como dijimos anteriormente, las emisiones debidas a este consumo no deben contabilizarse en la huella con el fin de evitar duplicidades.

A modo informativo y verificando que las emisiones de CO<sub>2</sub> en la producción de electricidad se corresponden con las del consumo directo de gas natural del alcance 1 en Valoriza Energía, en la tabla siguiente (tabla 56) analizamos las emisiones en centrales eléctricas.

En este caso las emisiones son proporcionadas por Sacyr Vallehermoso, por lo que no es necesaria la aplicación de ningún método de cálculo.

**Tabla 56: Emisiones de CO<sub>2</sub> en centrales de cogeneración con GN**

Instalación	Energía Generada [kWh]	Emisiones de CO <sub>2</sub> [t CO <sub>2</sub> ]
C.E. Puente del Obispo	192.925.440	85.101
C.E. La Roda	65.328.130	32.432
C.E. Pata de Mulo (CEPALO)	117.355.909	66.981
Olextra	123.667.400	65.487
C.E. Las Villas	188.614.067	105.682
C.E. de Linares	182.118.988	82.319
<i>Total emisiones de CO<sub>2</sub> en centrales con cogeneración</i>		438.000

Las emisiones totales de CO<sub>2</sub> que tenemos en la tabla 56 son de 438.000 tCO<sub>2</sub>. Por otro lado, en la tabla 46, donde se expusieron las emisiones del alcance 1 de Valoriza Energía se tienen unas emisiones asociadas al consumo de combustibles gaseosos (GN) de 438.322 tCO<sub>2</sub>, por lo que ambas cantidades se ajustan muy bien.

#### **5.4.3. Emisiones debidas al consumo de biomasa**

Como ya se ha mencionado anteriormente las emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas al consumo de biomasa no computan a la hora de realizar la huella de CO<sub>2</sub>. Es un dato que debe proporcionarse a modo informativo y que en este caso se ha decidido compactar en una sola tabla (tabla 57). En ella se exponen las emisiones debidas al consumo de cada biocombustible y electricidad generada mediante la combustión de biogás generado en la plantas de tratamiento de residuos y de depuración de aguas residuales de las que Sacyr Vallehermoso tiene control de sus emisiones. También se incluyen las emisiones atribuidas al consumo de biomasa en las centrales de producción de energía

eléctrica. Estas emisiones producidas en la generación eléctrica pueden observarse en la tabla 58 para cada instalación de la empresa (central).

**Tabla 57: Emisiones de CO<sub>2</sub> producidas por la combustión de biomasa**

Fuente	Dato de actividad [GJ]	Factor de emisión [tCO <sub>2</sub> /GJ]	Emisiones [tCO <sub>2</sub> ]	
SACYR				
Biodiésel	668,1	0,0708	47	[tCO <sub>2</sub> ]
SOMAGUE AMBIENTE (AGUA)				
Energía <sup>1</sup> eléctrica	43,1	0,0776	3	[tCO <sub>2</sub> ]
VALORIZA MEDIO AMBIENTE				
Biodiésel	9,5	0,0708	1	[tCO <sub>2</sub> ]
VALORIZA MULTISERVICIOS				
Energía <sup>2</sup> eléctrica	563,9	0,1552	88	[tCO <sub>2</sub> ]
VALORIZA AGUA				
Biogás (útil)	9.385,2	0,0546	510	[tCO <sub>2</sub> ]
Biogás (no útil)	23.493,4	0,0546	1.276	[tCO <sub>2</sub> ]
Energía <sup>3</sup> eléctrica	843,9	0,1552	131	[tCO <sub>2</sub> ]
VALORIZA ENERGÍA				
Centrales de biomasa	-	-	408.814	[tCO <sub>2</sub> ]
Total emisiones de CO <sub>2</sub> por biomasa			410.869	[tCO <sub>2</sub> ]

Nota 1: EDAR de Braganza. Biogás en cogeneración.

Nota 2: Planta de tratamiento de residuos de La Rioja.

Nota 3: EDAR de EMMASA.

**Tabla 58: Emisiones de CO<sub>2</sub> en centrales de biomasa**

Instalación	Energía Generada [kWh]	Emisiones de CO <sub>2</sub> [t CO <sub>2</sub> ]
Biomasa de Puente Genil (BIPUGE)	72.332.210	132.275
Extragol	66.952.396	132.661
Bioeléctrica de Linares, S.L.	80.028.480	143.878
<b>Total emisiones de CO<sub>2</sub></b>		<b>408.814</b>

## **6. RESULTADOS**

Los cálculos elaborados para desarrollar la huella de CO<sub>2</sub> han proporcionado una serie de datos que permiten describir la huella en su conjunto. A continuación se agrupan todos estos valores con el fin de ofrecer un enfoque claro de como se distribuyen las emisiones de CO<sub>2</sub> en el Grupo Sacyr Vallehermoso.

En primer lugar, deben disponerse las emisiones totales del alcance 1. Para ello pueden obtenerse los valores de las emisiones de CO<sub>2</sub> para el total de cada combustible consumido. Esto significa conocer las emisiones que se deben al consumo de cada combustible de manera individual. Esta contabilización se realiza de manera general ya que en algunos casos no puede conocerse el tipo exacto del combustible empleado (por ejemplo: gasóleo A, B ó C).

De esta manera, las emisiones totales del alcance 1, representadas para cada combustible son las que tenemos en la tabla 59.

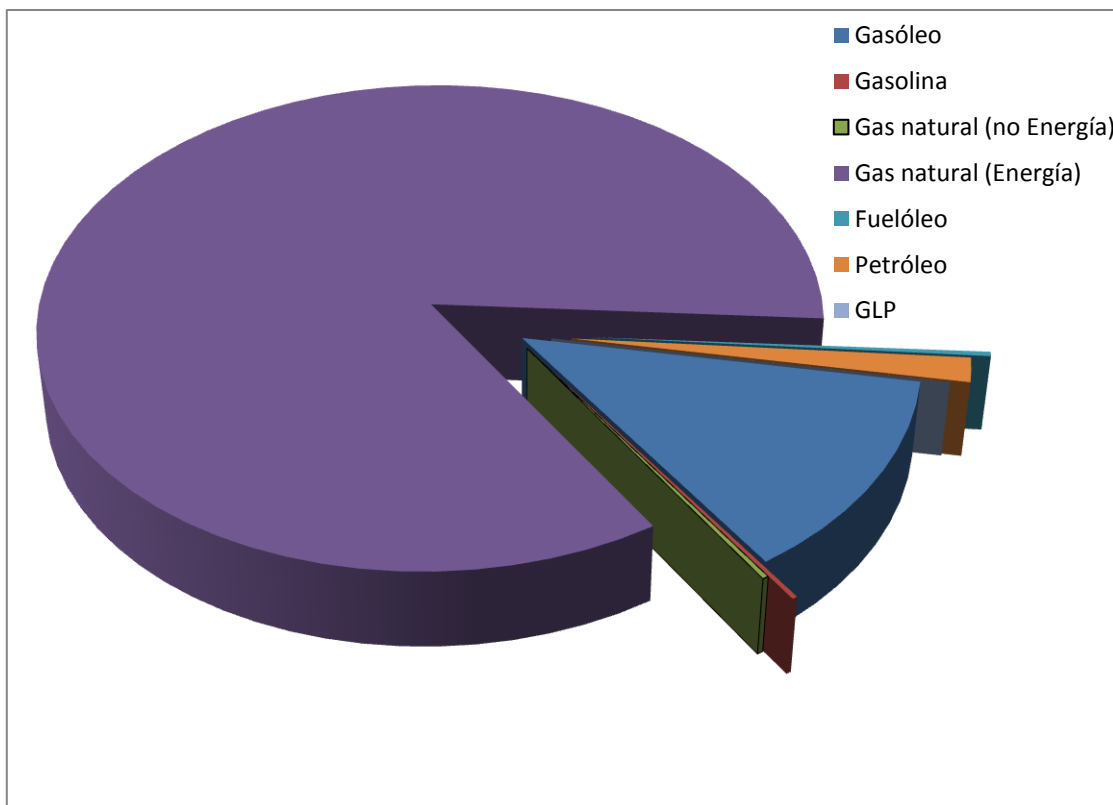
**Tabla 59: Emisiones totales del alcance 1 por combustible utilizado**

Combustible	Emisiones de CO <sub>2</sub>	Unidades
Gasóleo	65.819	[tCO <sub>2</sub> ]
Gasolina	1.049	[tCO <sub>2</sub> ]
Gas natural (excepto el utilizado en Valoriza Energía)	1.212	[tCO <sub>2</sub> ]
Gas natural (Valoriza Energía)	438.322	[tCO <sub>2</sub> ]
Fuelóleo	1.444	[tCO <sub>2</sub> ]
Petróleo crudo	8.083	[tCO <sub>2</sub> ]
GLP	7	[tCO <sub>2</sub> ]
<i>Total Alcance 1</i>	515.935	[tCO <sub>2</sub> ]
<i>Total (sin GN de Valoriza Energía)</i>	77.613	[tCO <sub>2</sub> ]

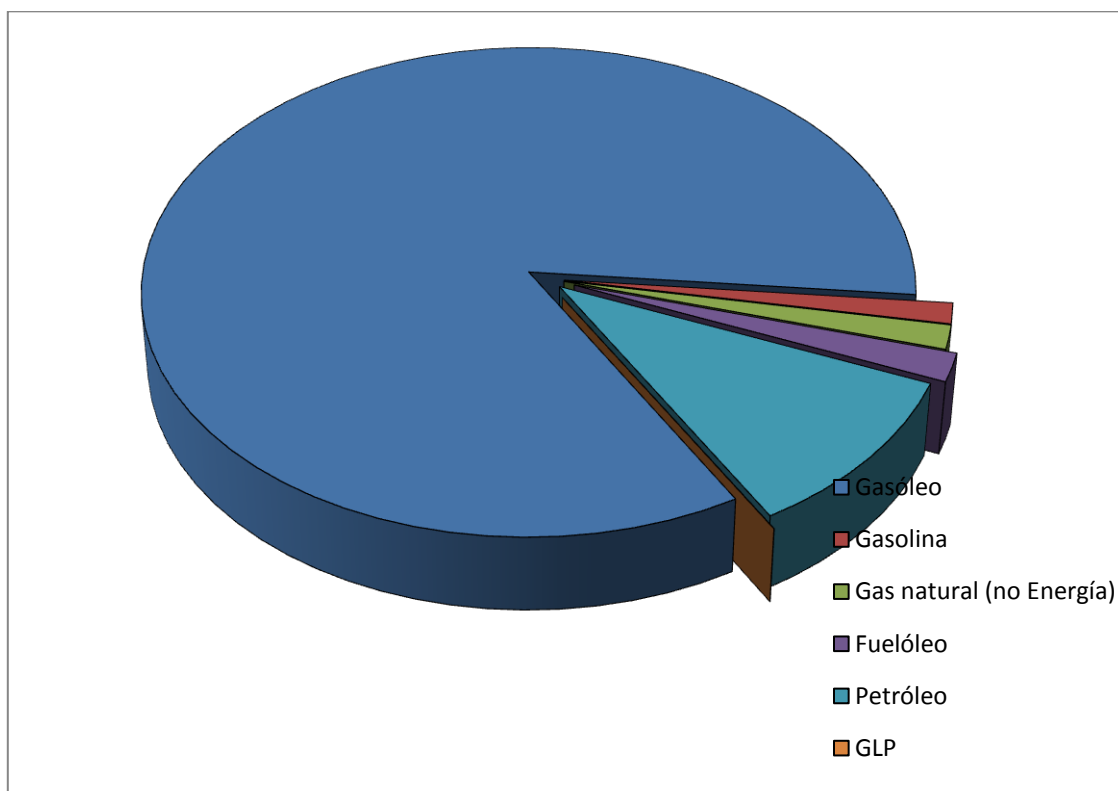
Estas emisiones pueden representarse mediante el gráfico de la figura 19, en la que se incluyen las emisiones debidas al consumo de gas natural utilizado en Valoriza Energía.

Podemos observar que las emisiones correspondientes al gas natural de Valoriza Energía, utilizado para la producción de energía, son muy elevadas. Esto altera la huella total de una manera notable y por ello se ha decidido elaborar otro gráfico (figura 20), en el que se excluyen estas emisiones.

En esta gráfica (figura 20), podemos ver como las emisiones atribuidas al gasóleo son de gran calado en comparación con las demás debido, principalmente, a al consumo que realiza Sacyr.



**Figura 19: Emisiones del alcance 1 por combustibles**



**Figura 20: Emisiones del alcance 1 por combustibles (sin GN de Valoriza Energía)**

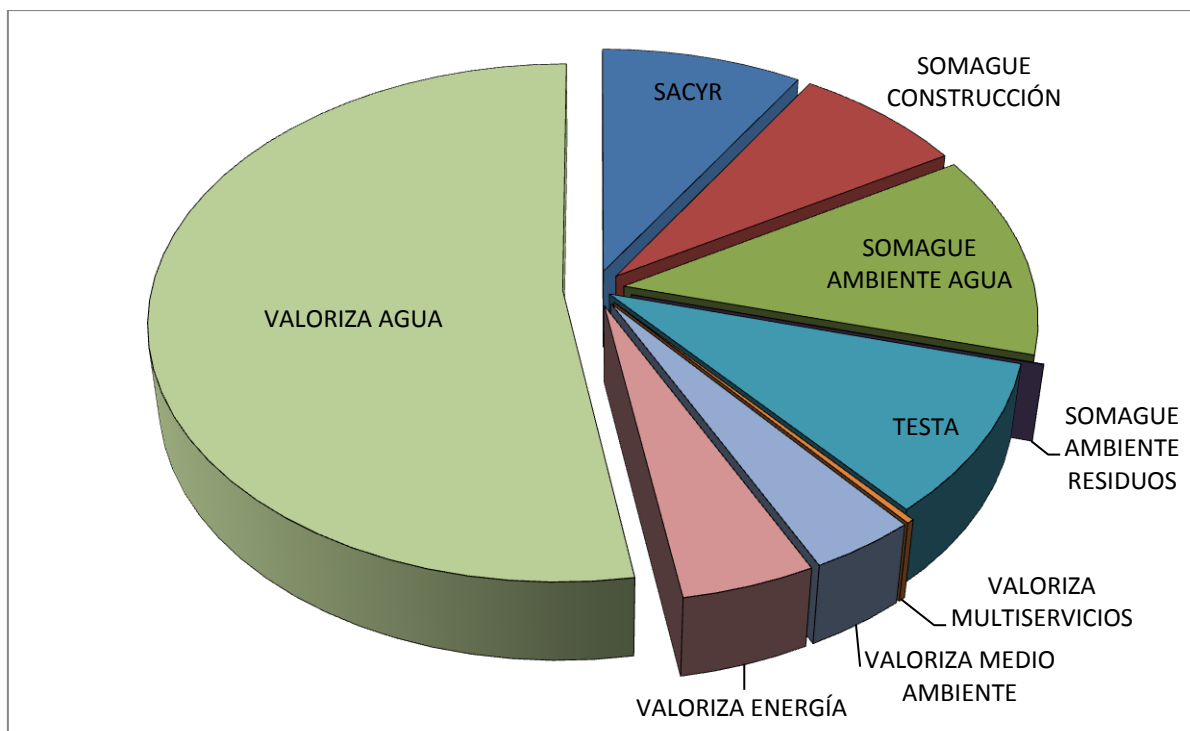
En segundo lugar, pueden exponerse las emisiones del alcance 2. Estas emisiones ya dijimos anteriormente que son consecuencia del consumo de energía eléctrica por parte de la organización.

En la tabla 60 se disponen las emisiones del alcance 2 por empresa.

**Tabla 60: Emisiones totales del alcance 2 por empresa**

Energía eléctrica	Emisiones de CO <sub>2</sub>	Unidades
Sacyr	2.860	[tCO <sub>2</sub> ]
Somague Construcción	2.436	[tCO <sub>2</sub> ]
Somague Ambiente (agua)	4.093	[tCO <sub>2</sub> ]
Somague Ambiente (residuos)	8	[tCO <sub>2</sub> ]
Testa	3.057	[tCO <sub>2</sub> ]
Valoriza Medio Ambiente	1.189	[tCO <sub>2</sub> ]
Valoriza Multiservicios	84	[tCO <sub>2</sub> ]
Valoriza Agua	16.902	[tCO <sub>2</sub> ]
Valoriza Energía	1.494	[tCO <sub>2</sub> ]
<i>Total alcance 2</i>	32.124	[tCO <sub>2</sub> ]

La representación gráfica de la tabla 60 puede observarse en la figura 21.



**Figura 21: Emisiones del alcance 2 por empresas**

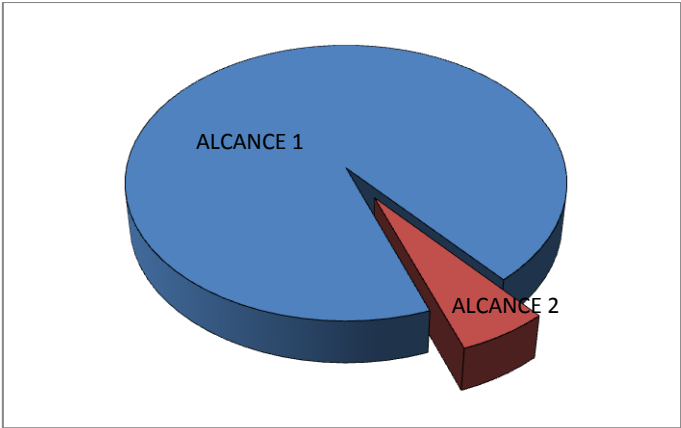


En tercer lugar, disponemos las emisiones de los dos alcances, de manera que obtenemos la huella de CO<sub>2</sub> total en su alcance 1+2 (tabla 61).

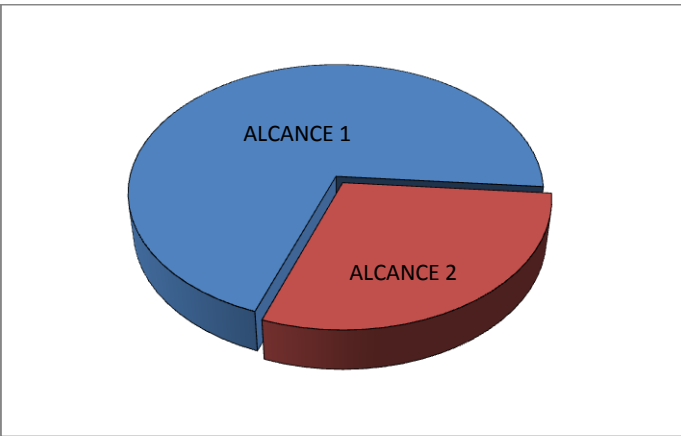
**Tabla 61: Emisiones totales en su alcance 1+2**

Alcance 1	515.935 tCO <sub>2</sub>
Alcance 1 (sin GN de Valoriza Energía)	77.613 tCO <sub>2</sub>
Alcance 2	32.124 tCO <sub>2</sub>
<i>Huella de CO<sub>2</sub> (alcance 1+2)</i>	548.059 tCO <sub>2</sub>
<i>Huella de CO<sub>2</sub> (sin GN de Valoriza Energía)</i>	109.737 tCO <sub>2</sub>

Relacionando los alcances 1 y 2, obtenemos la gráfica de la figura 22. Por otro lado, si utilizamos el alcance 1 (sin GN de Valoriza Energía) obtenemos la figura 23.



**Figura 22: Relación entre alcances 1 y 2**



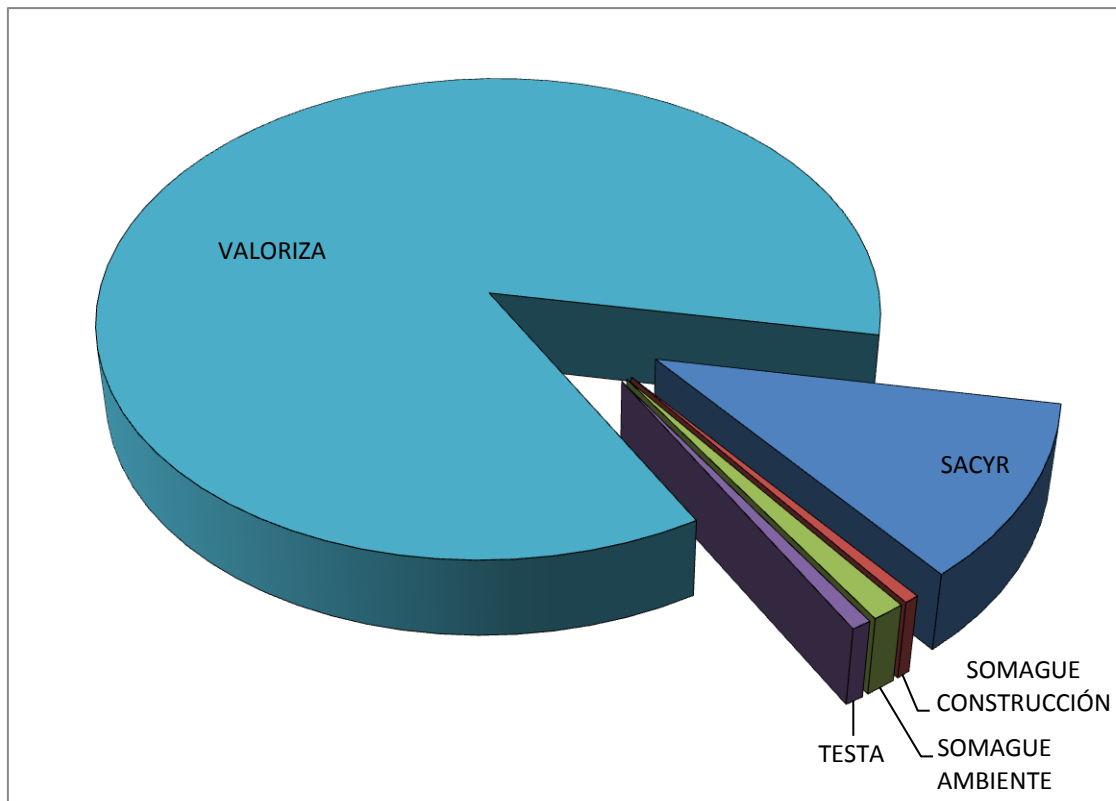
**Figura 23: Relación entre alcances 1 (sin GN de Valoriza Energía) y 2**

Por otro lado, en la tabla 62 exponemos las emisiones totales en su alcance 1+2 por empresas.

**Tabla 62: Emisiones totales en su alcance 1+2 por empresas**

Empresas	Emisiones
Sacyr	62.397 tCO <sub>2</sub>
Somague Construcción	3.049 tCO <sub>2</sub>
Somague Ambiente	6.621 tCO <sub>2</sub>
Testa	4.004 tCO <sub>2</sub>
Valoriza	471.987 tCO <sub>2</sub>

Gráficamente la tabla que representada según la figura 24.



**Figura 24: Emisiones en su alcance 1+2**

Finalmente disponemos la intensidad emisiva, como cociente entre las emisiones del alcance 1+2 y la cifra de negocio en términos económicos.

$$\text{Intensidad emisiva} = \frac{\text{Alcance 1 + 2}}{\text{Cifra de negocio}} = \frac{548.059 \text{ tCO}_2}{4.820 \text{ millón de €}} = 114 \frac{\text{tCO}_2}{\text{millón de €}}$$

## **7. MEDIDAS PARA LA MEJORA DE LA HUELLA**

Finalizada la contabilización de las emisiones y definidos los alcances que conforman la huella de CO<sub>2</sub>, los cálculos llegan a su fin y ahora debe elaborarse un plan de mejora que permita fijar actuaciones para mejorar la huella en todos sus sentidos.

Dado que los datos de los que partimos para realizar el cálculo están muy limitados sólo es posible llevar a cabo actuaciones muy generales, no pudiendo llegar a tomar acciones muy específicas asociadas al conocimiento de los puntos críticos para reducir las emisiones que se dan en las fuentes.

Con todo, las actuaciones para mejorar la huella deben enfocarse en dos líneas clave. Por un lado, debe mejorarse la información que ofrecen los datos de consumo de combustibles y de energía eléctrica; y por otro lado, deben aplicarse medidas de reducción de emisiones para que el impacto de la huella disminuya considerablemente con el paso de los años hasta llegar a obtener incluso un valor neto de emisiones neutro.

En cuanto a la recopilación de los consumos de combustible podemos definir 4 mejoras principales que son las siguientes:

- ❖ El consumo de combustible y de energía eléctrica debe proporcionarse para cada país en el que se produce el consumo, de manera que puedan aplicarse las características nacionales en ambos casos.
- ❖ Debe proporcionarse en mejor medida qué tipo de combustibles se utilizan en cada caso, ya que se proporcionan datos muy generales. Por ejemplo, en el caso del gasóleo debe disponerse si se consume tipo A, B o C. Esto se debe a que algunas de sus características son variables, como por ejemplo puede ser la densidad.
- ❖ Las actividades concretas en las que se desarrolla el consumo de energía deben explicarse pormenorizadamente con el objetivo de fijar actuaciones de una manera particular en el mayor número de fuentes o grupos de las mismas.
- ❖ Deben definirse de manera exacta la técnica y tecnología empleadas para la combustión de los combustibles, ya que los factores de emisión de los gases de efecto invernadero distintos al CO<sub>2</sub> varían sustancialmente. Así, puede elaborarse la huella de carbono, recogiendo los efectos de las emisiones de otros GEI y obteniendo una mayor precisión.

Dispuestas las mejoras en cuanto a la recogida de datos podemos exponer las medidas más importantes a nivel general que están relacionadas con la reducción de la huella. Estas acciones pueden tomarse en 8 escenarios clave.

#### → **Mejora de la envolvente**

La envolvente es el cerramiento exterior de los edificios que actúa como membrana de protección permitiendo el control térmico del sistema.

Las medidas para mejorar la envolvente pasan por sustituir marcos y cristales antiguos por otros más estancos, reducir infiltraciones entre puertas y ventanas o instalar cortinas de aire en puertas y ventanas.

#### → **Iluminación**

Para aumentar la eficiencia y el ahorro en iluminación pueden llevarse a cabo acciones como son el aprovechamiento de la luz natural, la sustitución de lámparas incandescentes y halógenas por fluorescentes de bajo consumo y lámparas halógenas IRC respectivamente, utilizar lámparas LED, instalar detectores de presencia en zonas de uso esporádico y limpiar regularmente ventanas y lámparas.

#### → **Climatización**

En este caso existe un gran abanico de alternativas para reducir la huella: 1) instalar paneles solares térmicos; 2) instalar válvulas termostáticas en radiadores; 3) regular la temperatura de climatización; 4) sustituir la caldera por otra más eficiente, de biomasa preferiblemente o gas natural en su defecto en vez de gasóleo; 5) zonificar las áreas a climatizar; 6) aislar el circuito de distribución de climatización; 7) instalar sensores modulantes y de oxígeno; 8) cubrir condensadores externos de enfriadoras y bombas de calor; 9) instalar recuperadores de calor; 10) instalar energía geotérmica para la climatización de edificios; 11) utilizar toldos y persianas; 12) regular el aire acondicionado a 26 °C en verano y 21 °C en invierno.

#### → **Equipos**

Para el caso de equipos las medidas pasan por el uso de regletas múltiples con interruptor, apagar equipos eléctricos cuando no se usan, utilizar variadores de velocidad en motores, motores de alta eficiencia, utilizar herramientas de monitorización de consumos y programar revisiones de los equipos con una frecuencia razonable.

#### → **Generación eléctrica**

Pueden utilizarse como lleva a cabo Valoriza Energía sistemas de cogeneración en sus centrales de gas natural e instalar paneles solares fotovoltaicos.

### → **Refrigeración**

Para optimizar la refrigeración puede controlarse la temperatura de refrigeración, mantener las puertas del frigorífico cerradas y no sobrecargarlo, evitar la proximidad a fuentes de calor, usar equipos eficientes energéticamente, controlar las pérdidas de refrigerante e instalar cortinas de plástico en las puertas de las cámaras frigoríficas.

### → **Transporte**

En transporte pueden tomarse medidas como concienciar a la sociedad de los beneficios de utilizar medios de transporte más respetuosos con el medio ambiente, como el transporte público y la bicicleta; renovación del parque de vehículos por otros menos contaminantes, formar al individuo en técnicas de conducción más eficiente, realizar inspecciones periódicas del vehículo, cambiar neumáticos y comprobar que su estado con regularidad, hinchar los neumáticos con nitrógeno seco, evitar cargas innecesarias del vehículo y revisar la aerodinámica del mismo.

### → **Medidas comunes**

Debe llevarse a cabo un mantenimiento adecuado de las instalaciones e incorporar una guía de buenas prácticas para los empleados.

Por otro lado, la empresa tiene la posibilidad de llevar a cabo actuaciones que tengan como objeto compensar las emisiones con proyectos que impulsen los sumideros de carbono. Este tipo de compensaciones en proyectos forestales se especifican en la Ley de Economía Sostenible. Este tipo de medidas no reducen las emisiones de GEI asociadas al consumo de combustibles fósiles, pero permite contribuir en la lucha contra el cambio climático desde las empresas.

## **8. CONCLUSIONES**

Se concluye que la huella de carbono en todos sus niveles puede llevarse a cabo con dos objetivos clave.

Por un lado permite reducir las emisiones de los principales GEI, provocando un efecto directo como acción para paliar las consecuencias de este fenómeno. Es decir, si una organización o una empresa apuesta por llevar a cabo este estudio, realmente está apostando por la lucha contra el cambio climático. Esto de cara a terceros ofrece una imagen clara de las intenciones de la empresa e incentiva a sus clientes a contratar sus servicios, comprar sus productos o incluso motivar a los mismos o a otras entidades a trabajar en este aspecto.

En cuanto a los beneficios corporativos que proporciona la huella de carbono están los atribuidos al ahorro y la eficiencia en los equipos. Introducir sistemas que fomenten estos conceptos en la empresa provoca con el paso del tiempo una disminución del consumo de combustibles y de energía eléctrica que se traduce en términos económicos, de manera que parte de esos beneficios pueden ser utilizados para mejorar su huella de carbono en el futuro.

Por otro lado, podemos decir que en los próximos años la huella de carbono puede ganar importancia debido al aumento de su exigibilidad en los distintos ámbitos de contratación en licitaciones públicas.

Para terminar, se valora positivamente su introducción en el mercado, ya que la aportación de beneficios, tanto para las empresas u organizaciones como para la sociedad es evidente.

La realización de un nuevo informe para el próximo año con mejoras en la información de cómo se llevan a cabo los distintos consumos, puede permitir realizar cálculos sobre cuáles son los beneficios económicos del ahorro de energía mediante la implantación de las medidas expuestas en el capítulo anterior.

## **9. BIBLIOGRAFÍA**

- GHG PROTOCOL (PROTOCOLO DE GEI). *“Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte”*. Edición revisada en castellano.
- AENOR (ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN). *“Especificación con orientación a nivel de las organizaciones, para la cuantificación y el informe de las emisiones de gases de efecto invernadero”*. *“Norma UNE-ISO 14064-1”*. 2006.
- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO, GOBIERNO DE ESPAÑA. *“Guía para el cálculo de la huella de carbono en su alcance 1+2 y para la realización de un plan de mejora”*. 2011.
- IPCC (PANEL INTERGUBERNAMENTAL SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO). *“Cambio climático 2007: Informe de síntesis del IV informe de evaluación”*. Ginebra, Suiza, 2007.
- IPCC (PANEL INTERGUBERNAMENTAL SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO). *“Cambio climático 2001: Informe de síntesis del III informe de evaluación”*. Wembley, Reino Unido, 2001.
- OFICINA CATALANA DEL CANVI CLIMÀTIC. *“Guía práctica para el cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)”*. 2012.
- SACYR VALLEHERMOSO. *“Informe anual de responsabilidad corporativa del Grupo Sacyr Vallehermoso”*. 2010.
- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO. *“Inventario de emisiones de gases de efecto invernadero de España 1990-2009”*. 2011.
- IDAE (INSTITUTO PARA LA DIVERSIFICACIÓN Y AHORRO DE LA ENERGÍA). *“Factores de emisión de energía primaria y emisiones de CO<sub>2</sub> 2010”*. 2010.
- CIEMAT (CENTRO DE INVESTIGACIONES ENERGÉTICAS, MEDIOAMBIENTALES Y TECNOLÓGICAS). *“www.ciemat.es”*.
- REPSOL. *“www.repsol.com”*.

- RAMOS CASTELLANOS, PEDRO. *“Energías y cambio climático. XII Jornadas Ambientales”*. Salamanca, España, 2008.
- ROLDAN VILORIA, JOSÉ. *“Fuentes de energía”*. 2008.



# **CÁLCULO Y EVALUACIÓN DE LA CERTIFICACIÓN DE LA HUELLA DE CO<sub>2</sub> DEL GRUPO SACYR VALLEHERMOSO EN EL AÑO 2010**

DOCUMENTO N° 2: ESTUDIO ECONÓMICO

# 1. ESTUDIO ECONÓMICO DEL PROYECTO

Tabla 63: Presupuesto del proyecto

Resumen	Cantidad (tiempo)	Precio Unidad (€)	Total (€)
Búsqueda de antecedentes	35h	33	1.155
Búsqueda de factores de emisión y oxidación	5h	33	165
Recopilación de datos de actividad	6h	33	198
Programador de hoja de cálculo (Cálculo de la huella)	40h	25	1.000
Realización de plan de mejora	5h	25	125
Impresión del informe	12h	15	180
Gastos Generales	-	10% total	282,3
<b>Total</b>			<b>3.105,3</b>

*Origen:* Presupuesto laboratorio LECCEM

# **CÁLCULO Y EVALUACIÓN DE LA CERTIFICACIÓN DE LA HUELLA DE CO<sub>2</sub> DEL GRUPO SACYR VALLEHERMOSO EN EL AÑO 2010**

DOCUMENTO N° 3: ANEXOS

## **ANEXO I. CARACTERÍSTICAS DE LOS COMBUSTIBLES**

Las características que intervienen en los combustibles son las siguientes:

- ❖  $\rho_{15} \equiv$  Densidad a 15 °C.
- ❖  $PCI \equiv$  Poder Calorífico Inferior.

Para cada empresa se disponen las características de los combustibles en cada tabla.

**Tabla A1. 1: Características de los combustibles en Sacyr**

SACYR				
Combustible	$\rho_{15}$		PCI	
	[kg/m <sup>3</sup> ]	Fuente	[GJ/t]	Fuente
Gasóleo	850	CLH Gasóleos A / B / C (820 – 880) [kg/m <sup>3</sup> ] a 15 °C	42,40	Inventario General de Emisiones de GEI de España 2010
Gasolina	748	CLH Gasolina 95 / 98 (709 – 727) [kg/m <sup>3</sup> ] a 15 °C	42,90	CIEMAT
Gas Natural	0,803	Inventario General de Emisiones de GEI de España 2010	42,40	Inventario General de Emisiones de GEI de España 2010
Fuelóleo	980	CLH Fuel I / Fuel II (960-1000) [kg/m <sup>3</sup> ] a 15 °C	40,18	Inventario General de Emisiones de GEI de España 2010
Petróleo	850	Inventario de Emisiones de GEI de España 2010 (750 - 950) [kg/m <sup>3</sup> ] a 15 °C	40,10	IPCC (2006)
GLP	535	GLP Repsol (535) [kg/m <sup>3</sup> ] mín. a 15 °C	45,50	Inventario General de Emisiones de GEI de España 2010
Biodiésel	880	CLH FAME EN 14214 (860-900) [kg/m <sup>3</sup> ] a 15 °C	37,56	IDAE

Nota 1: Compañía Logística de Hidrocarburos. Nota 2:

**Tabla A1. 1: Características de los combustibles en Somague Construcción**

SOMAGUE CONSTRUCCIÓN				
Combustible	$\rho_{15}$		PCI	
	[kg/m <sup>3</sup> ]	Fuente	[GJ/t]	Fuente
Gasóleo (Flota)	850	CLH Gasóleos A / B (820 - 880) [kg/m <sup>3</sup> ] a 15 °C	42,40	Inventario General de Emisiones de GEI de España 2010
Gasóleo (Equipamiento)	880	CLH Gasóleo C (max. 900) [kg/m <sup>3</sup> ] a 15 °C	42,40	Inventario General de Emisiones de GEI de España 2010
Gasolina (Flota)	748	CLH Gasolina 95 / 98 (709 - 727) [kg/m <sup>3</sup> ] a 15 °C	42,90	CIEMAT
Gasolina (Equipamiento)	748	CLH Gasolina 95 / 98 (709 - 727) [kg/m <sup>3</sup> ] a 15 °C	42,90	CIEMAT
Gas Natural	0'80	Inventario General de Emisiones de GEI de España 2010	47,99	Inventario General de Emisiones de GEI de España 2010

**Tabla A1. 1: Características de los combustibles en Somague Ambiente**

SOMAGUE AMBIENTE				
Combustible	$\rho_{15}$		PCI	
	[kg/m <sup>3</sup> ]	Fuente	[GJ/t]	Fuente
Gasóleo (Automóviles)	833	CLH Gasóleo A (820-845) [kg/m <sup>3</sup> ] a 15 °C	42,40	Inventario General de Emisiones de GEI de España 2010
Gasóleo (Equipamiento)	880	CLH Gasóleo C (max.900) [kg/m <sup>3</sup> ] a 15 °C	42,40	Inventario General de Emisiones de GEI de España 2010
Gasolina (Automóviles)	748	CLH Gasolina 95/98 (709-727) [kg/m <sup>3</sup> ] a 15 °C	42,90	CIEMAT
Gasolina (Equipamiento)	748	CLH Gasolina 95/98 (709-727) [kg/m <sup>3</sup> ] a 15 °C	42,90	CIEMAT
Biogás para energía eléctrica	11,971	Supuesto	19,44	Supuesto

**Tabla A1. 1: Características de los combustibles en Testa**

TESTA				
Combustible	$\rho_{15}$		PCI	
	[kg/m <sup>3</sup> ]	Fuente	[GJ/t]	Fuente
Gasóleo	850	CLH Gasóleos A / B / C (820 - 880) [kg/m <sup>3</sup> ] a 15 °C	42,40	Inventario General de Emisiones de GEI de España 2010
Comb. Gaseosos (GN)	0,80	Inventario General de Emisiones de GEI de España 2010	47,99	Inventario General de Emisiones de GEI de España 2010

**Tabla A1. 1: Características de los combustibles en Valoriza**

VALORIZA				
Combustible	$\rho_{15}$		PCI	
	[kg/m <sup>3</sup> ]	Fuente	[GJ/t]	Fuente
Gasóleo (A)	833	CLH Gasóleo A (820-845) [kg/m <sup>3</sup> ] a 15 °C	42,40	Inventario General de Emisiones de GEI de España 2010
Gasóleo (B)	850	CLH Gasóleo B (820-880) [kg/m <sup>3</sup> ] a 15 °C	42,40	Inventario General de Emisiones de GEI de España 2010
Gasóleo (C)	880	CLH Gasóleo C (max.900) [kg/m <sup>3</sup> ] a 15 °C	42,40	Inventario General de Emisiones de GEI de España 2010
Gasolina (Sin Plomo 95)	748	CLH Gasolina 95 / 98 (709-727) [kg/m <sup>3</sup> ] a 15 °C	42,90	CIEMAT
Gasolina (Sin Plomo 98)	748	CLH Gasolina 95 / 98 (709-727) [kg/m <sup>3</sup> ] a 15 °C	42,90	CIEMAT
Comb. Gaseosos (GN)	0,8	Inventario General de Emisiones de GEI de España 2010	47,99	Inventario General de Emisiones de GEI de España 2010
Biogás	1,15	Supuesto	19,44	Supuesto
Biodiésel	880	CLH FAME EN-14214 (860-900) [kg/m <sup>3</sup> ] a 15 °C	37,56	IDAE
Biogás para energía eléctrica	11,971	Supuesto	19,44	Supuesto

## **ANEXO II. FACTORES DE EMISIÓN Y OXIDACIÓN**

**Tabla A2. 1: Factores de emisión y oxidación de los combustibles**

Combustible	Factor de emisión		Factor de oxidación	
	[tCO <sub>2</sub> /GJ]	Fuente	[%]	Fuente
Gasóleo A	0,0730	IDAE	99,0 (incluido en FE)	Inventario General de Emisiones de GEI de España 2010
Gasóleo B	0,0730	IDAE	99,0 (incluido en FE)	Inventario General de Emisiones de GEI de España 2010
Gasóleo C	0,0730	IDAE	99,0 (incluido en FE)	Inventario General de Emisiones de GEI de España 2010
Gasolina 95	0,0692	IDAE	99,0 (incluido en FE)	Inventario General de Emisiones de GEI de España 2010
Gasolina 98	0,0692	IDAE	99,0 (incluido en FE)	Inventario General de Emisiones de GEI de España 2010
Gas natural	0,0560	IDAE	99,5 (incluido en FE)	Inventario General de Emisiones de GEI de España 2010
Fuelóleo	0,0760	IDAE	99,0 (incluido en FE)	Inventario General de Emisiones de GEI de España 2010
Petróleo crudo	0,0733	IPPC (revisión 2006)	99,0	Inventario General de Emisiones de GEI de España 2010
GLP	0,0650	IDAE	99,0 (incluido en FE)	Inventario General de Emisiones de GEI de España 2010
Biodiésel	0,0708	IPPC (revisión 2006)	99,0	Inventario General de Emisiones de GEI de España 2010
Biogás (de lodo)	0,0546	IPPC (revisión 2006)	99,5	Inventario General de Emisiones de GEI de España 2010

**Tabla A2. 2: Factores de emisión de la energía eléctrica**

Energía eléctrica	Factor de emisión	
	[tCO <sub>2</sub> /GJ]	Fuente
“Mix” eléctrico español (2010)	0,0750	IDAE
EDAR de Braganza	0,0724	Supuesto
Residuos de La Rioja	0,1552	Supuesto
EDAR de EMMASA	0,1552	Supuesto